FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Análise do Processo Produtivo e Aplicação de Metodologia Lean numa Fábrica de Móveis

Nuno Ildefonso

VERSÃO PROVISÓRIA

Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores

Orientador: Eduardo Gil da Costa (Eng.)

Orientador Empresa: António Monforte (Eng.)

Janeiro de 2011

Resumo

No mundo industrial actual, as organizações são colocadas cada vez mais no seu limite. Os mercados exigem prazos de entrega mais curtos, maior qualidade e fiabilidade nos produtos e serviços, ao mesmo tempo que impõe maior variedade e preços mais competitivos. Neste contexto as empresas necessitam de se adaptar, repensar a sua organização e processos, de forma a assegurar a sua sustentabilidade e competitividade. Este trabalho foi desenvolvido numa empresa da indústria do mobiliário. Este sector apresenta diversos problemas, baixa produtividade e necessita rapidamente de se adaptar à realidade descrita.

Com o objectivo de identificar melhorias operacionais, que possibilitem a redução de custos de produção na empresa, realizou-se um estudo do pensamento Lean. Esta filosofia visa a aplicação de vários conceitos e ferramentas, desenvolvidas ao longo desde 1950, capazes de provocar mudanças profundas e obter um aumento de produtividade através da redução de desperdícios.

Neste trabalho é descrito e analisado o processo de produção de móveis na empresa em estudo. Foram analisados vários indicadores de produtividade, como desperdício de matéria-prima, tempos de produção, espaço ocupado e fluxos de componentes.

A partir desta análise foi desenvolvido um plano de acção a aplicar na empresa, que fornece uma melhor organização, maior controlo e várias melhorias no processo de produção.

Abstract

In today's industrial world, organizations are increasingly placed at their limit. Markets demand shorter delivery times, higher quality and reliability in products and services while imposing greater variety and more competitive prices. Within this context, companies need to adapt and rethink their organization and processes, so they can ensure their sustainability and competitiveness. This work was developed while assisting a furniture industry company. This sector presents several problems, low productivity and the need to quickly adapt to the aforementioned situation.

In order to identify operational improvements that allow reduction in production costs, a study of Lean thinking was conducted. This philosophy involves the application of various concepts and tools developed since 1950, which could lead to profound changes and the achievement of increased productivity through reduced waste.

The process of furniture production in the company under study is described and analyzed in this work. Several productivity indicators, such as waste of raw materials, production times, floor space and flow of components were analized.

From this analysis it was developed an action plan to implement in the company, which provides a better organization, more control and several improvements in the production process.

Agradecimentos

À minha mãe, pai e irmã por toda a compreensão, paciência, apoio e direcção ao longo do meu percurso académico e realização deste projecto.

À Natasha por todo o apoio e paciência.

Ao Eng. António Monforte e Srº António Barros pela oportunidade e ensinamentos que me ofereceram ao realizar este projecto na Ambitat Móveis, Lda.

Ao Eng. Eduardo Gil da Costa, por ter me ter aceite como seu orientando e me ter guiado ao longo da realização deste projecto.

Ao Pedro Praça, Carlos Cunha e Augusto Siga pelas longas conversas e momentos mais relaxados.

A toda a equipa da Ambitat Móveis, Lda. que me acompanhou na realização deste projecto.

"Costs do not exist to be calculated.
Costs exist to be reduced."

Taiichi Ohno

Conteúdo

1 Introdução **1**
1.1 Motivação e Enquadramento 1
1.2 Contextualização do Sector 2
1.3 Apresentação Empresa 3
1.4 Objectivos 3
1.5 Metodologia 4
1.6 Organização da Dissertação 4

2 Estado da Arte **7**
2.1 Origem do Pensamento Lean 7
2.2 Conceitos 10
2.2.1 Tipos de Desperdícios 10
2.2.2 Os 5 Principios 11
2.2.3 Kaizen 14
2.2.4 O Modelo de Gestão 14
2.3 Ferramentas Lean 15
2.3.1 Metodologia 5s 15
2.3.2 Células de Produção 17
2.3.3 Single Minute Exchange of Die(SMED) 18
2.3.4 Controlo Visual 19

3 Descrição do Processo **21**
3.1 Análise do Produto 21
3.1.1 Análise de Matérias-Primas 21
3.1.2 Análise de Principais Componentes 22
3.2 Descrição do Processo Geral 24
3.3 Descrição de Centros de Trabalho 26
3.3.1 Centro de Serragem de Madeiras 26
3.3.2 Centro de Serragem de Placa 27
3.3.3 Centro de Maquinação 27
3.3.4 Centro de CNC 32
3.3.5 Centro de Pré-Montagem 33

4 Análise do Processo Produtivo **35**
4.1 Análise de Desperdício de Material 35
4.2 Análise de Tempos de Produção 37
4.3 Análise de Espaço 38
4.4 Análise do Fluxo de Componentes 40

5 Plano de Acções **43**
5.1 Metodologia 5S 43
5.2 Alteração de *Layout* 45
5.2.1 Centro de Serragem de Madeiras 45
5.2.2 Centro de Serragem de Placas 46
5.2.3 Centro de Maquinação 46
5.2.4 Centro de CNC 49
5.2.5 Centro de Pré-montagem 50
5.2.6 Outra Células 50
5.2.7 Resultados 51
5.3 Controle Visual 56

6 Conclusões **57**
6.1 Conclusões 57
6.2 Trabalho Futuro 58

A *Layout* da Fábrica **59**

B Diagramas de Circuitos de Produção **61**

C Tabelas de Desperdício de Matéria-Prima **79**

D Fichas de Tempos de Produção **85**

E Análise de Espaço - Layout **97**

F Novo *Layout* da Fábrica **99**

G Análise Novo Layout - Diagramas Spaguetti **101**

Referências **111**

Lista de Figuras

2.1 Ciclo PDCA de Melhoria Contínua 14
2.2 Os Princípios de Gestão do Modelo Toyota 15
2.3 Exemplo de Etiqueta Vermelha. Fonte: www.enna.com 16

3.1 Matérias-Primas Usadas na Produção 22
3.2 Mapa Mental da Composição de um Móvel 24
3.3 Fluxograma do Processo Fabril da Ambitat 25

4.1 Percentagens da análise de uso de madeira 37
4.2 Percentagens da análise de tempos 38
4.3 Gráfico da Análise de Espaço 39
4.4 Exemplos de Lixo na Produção 40

5.1 Etiqueta Vermelha - Ambitat 44
5.2 Novo Layout - Centro de Serragem de Madeira 45
5.3 Novo Layout - Centro de Serragem de Placa 46
5.4 Novo Layout - Célula de Painel 47
5.5 Novo Layout - Centro de Desengrosso 48
5.6 Novo Layout - Célula de Maquinação 48
5.7 Novo Layout - Célula de Folheamento 49
5.8 Novo Layout - Centro de Galgar e Topejar 49
5.9 Novo Layout - Centro de CNC 50
5.10 Novo Layout - Centro de Pré-Montagem 50

A.1 Layout da Fábrica 60

B.1 Diagrama do Circuito de Serragem de Madeira 62
B.2 Diagrama Spaguetti - Circuito de Serragem de Madeira 63
B.3 Diagrama do Circuito de Serragem de Placa 64
B.4 Diagrama Spaguetti - Circuito de Serragem de Placa 65
B.5 Diagrama do Circuito de Componentes de Madeira 66
B.6 Diagrama Spaguetti - Circuito de Componentes de Madeira 67
B.7 Diagrama do Circuito de Componentes de Painéis de Madeira 68
B.8 Diagrama Spaguetti - Circuito de Componentes de Painéis de Madeira 69
B.9 Diagrama do Circuito de Componentes de Placa não Folheada 70
B.10 Diagrama Spaguetti - Circuito de Componentes de Placa não Folheada 71
B.11 Diagrama do Circuito de Componentes de Placa Folheada 72
B.12 Diagrama Spaguetti - Circuito de Componentes de Placa Folheada 73
B.13 Diagrama do Circuito de Componentes de Placa Folheada e Orlada a Rolo 74

B.14 Diagrama Spaguetti - Circuito de Componentes de Placa Folheada e Orlada a Rolo 75
B.15 Diagrama do Circuito de Componentes de Placa Folheada e Orlada a Madeira . . 76
B.16 Diagrama Spaguetti - Circuito de Componentes de Placa Folheada e Orlada a Madeira 77

E.1 Layout da Fábrica - Análise de Espaço 98

F.1 Novo Layout da Fábrica 100

G.1 Diagrama Spaguetti - Circuito de Serragem de Madeira 102
G.2 Diagrama Spaguetti - Circuito de Serragem de Placa 103
G.3 Diagrama Spaguetti - Circuito de Painel 104
G.4 Diagrama Spaguetti - Circuito de Componentes de Madeira 105
G.5 Diagrama Spaguetti - Circuito de Placa não Folheada 106
G.6 Diagrama Spaguetti - Circuito de Placa Folheada 107
G.7 Diagrama Spaguetti - Circuito de Placa Folheada com Orla de Rolo 108
G.8 Diagrama Spaguetti - Circuito de Placa Folheada com Orla de Madeira 109

Lista de Tabelas

3.1 Percentagens de Componentes, Conjuntos e Subconjuntos na Produção 23

4.1 Análise de Áreas 39
4.2 Análise de Deslocamento de Componentes - Centro de Serragem de Madeira . . 41
4.3 Análise de Deslocamento de Componentes - Centro de Serragem de Placa 41
4.4 Análise de Deslocamento de Componentes - Circuito de Componentes de Madeira 41
4.5 Análise de Deslocamento de Componentes - Circuito de Componentes de Painel de Madeira 41
4.6 Análise de Deslocamento de Componentes - Circuito de Placa não Folheada . . . 42
4.7 Análise de Deslocamento de Componentes - Circuito de Placa Folheada 42
4.8 Análise de Deslocamento de Componentes - Circuito de Placa Folheada com Orla de Rolo 42
4.9 Análise de Deslocamento de Componentes - Circuito de Placa Folheada com Orla de Madeira 42

5.1 Resultados do Circuito de Componentes de Madeira 52
5.2 Resultados do Circuito de Painel 53
5.3 Resultados do Circuito de Placa não Folheada 54
5.4 Resultados do Circuito de Placa Folheada 54
5.5 Resultados do Circuito de Placa Folheada com Orla de Rolo 55
5.6 Resultados do Circuito de Placa Folheada com Orla de Madeira 55

C.1 Análise de Desperdício de Matéria-Prima - Dia 1 80
C.2 Análise de Desperdício de Matéria-Prima - Dia 2 81
C.3 Análise de Desperdício de Matéria-Prima - Dia 3 82
C.4 Análise de Desperdício de Matéria-Prima - Dia 4 83

D.1 Ficha de Tempos de Produção - Operador 1 86
D.2 Ficha de Tempos de Produção - Operador 2 87
D.3 Ficha de Tempos de Produção - Operador 3 88
D.4 Ficha de Tempos de Produção - Operador 4 89
D.5 Ficha de Tempos de Produção - Operador 5 90
D.6 Ficha de Tempos de Produção - Operador 6 91
D.7 Ficha de Tempos de Produção - Operador 7 92
D.8 Ficha de Tempos de Produção - Operador 8 93
D.9 Ficha de Tempos de Produção - Operador 9 94
D.10 Ficha de Tempos de Produção - Operador 10 95
D.11 Ficha de Tempos de Produção - Operador 11 96

Capítulo 1

Introdução

Neste capítulo faz-se a introdução ao trabalho realizado. É apresentada a motivação e enquadramento deste projecto, seguido de uma contextualização do sector do mobiliário. Depois é realizada uma breve apresentação da empresa em estudo. São descritos os principais objectivos deste projecto e a metodologia usada para a realização deste. Por fim é feito um resumo dos vários capítulos presentes neste documento.

1.1 Motivação e Enquadramento

Nas últimas décadas ocorreram profundas mudanças no sector empresarial. As empresas passaram de uma época em que os preços dos seus produtos ou serviços eram impostos por estas, para cada vez mais ser o mercado que os impõe. Devido à subida da oferta, e da internacionalização e a massificação do consumo, os mercados actuais tornam-se cada vez mais exigentes e competitivos. Neste contexto, as organizações vêem-se obrigadas a adoptar políticas de mudança de forma a assegurarem a sua sustentabilidade. Desta forma, a alteração e melhoria dos processos é necessária para que uma redução de custos dos produtos ou serviços possa originar lucros. A adopção desta estratégia permite obter prazos de entrega mais rápidos, maior fiabilidade, garantia de qualidade e a satisfação dos clientes exigida pelos mercados.

Como resposta a estas necessidades surgiram diversas filosofias de organização e trabalho. Estas novas filosofias baseiam-se na procura de novos conhecimentos, metodologias e meios que permitam o aperfeiçoamento. A adopção destas permite a eliminação de desperdícios, optimizando o trabalho, reduzindo custos e acrescentando maior valor ao produto ou serviço, pensado cada vez mais para o cliente.

É neste contexto que é apresentado este projecto. Desenvolvido em ambiente industrial, este projecto está enquadrado na especialização em gestão industrial do Mestrado Integrado em Engenharia em Electrotécnica e de Computadores, ramo de Automação Industrial. Este projecto é motivado pela necessidade crescente de profissionais especializados na análise de processos, com

a finalidade de implementar métodos de melhorias operacionais. O autor espera desenvolver capacidade de análise de processos e aprofundar conhecimentos em filosofias de optimização de operações.

1.2 Contextualização do Sector

Este projecto foi desenvolvido no seio da industria do mobiliário. Em Portugal, a industria das madeiras encontra-se "extremamente segmentada", como referido em AIMMP [1]. De acordo com a informação disponível existem cerca de 2400 empresas, possuindo 34000 trabalhadores que representam 5% da indústria transformadora (informação de 2005, ultimo ano de recolha de dados). É uma indústria com uma elevada concentração geográfica, estando sediadas cerca de 68% das empresas de mobiliário na região norte do país. O distrito do Porto (mais concretamente os concelhos de Paredes e Paços de Ferreira) totaliza 90% da indústria na região norte.

Entre 1998 e 2005, o número de empresas ficou reduzido a cerca de um terço (de 3676 para 2400), tendo o emprego não caído mais de 15% (de 40950 para 34000). O volume de facturação global foi, no entanto, mantido. Um outro resultado desta evolução foi um aumento de 10% para mais de 50%, no volume de exportações do sector. Mesmo assim a média de vendas por trabalhador não chega a representar 50% da média da União Europeia, ficando também a 50% da média de produtividade da indústria transformadora portuguesa.

Tendo em conta estes dados, podemos caracterizar esta indústria com alta capacidade evolutiva e de adaptação a um mercado cada vez mais retraído, e que encontra na exportação uma forma de sobreviver. Como afirmado em AIMMP [1] “a hora é de uma concorrência cada vez mais intensa, que não deixa margem nem para amadorismo, nem para ineficiência. Exige-se organização, estratégia, produtividade, numa palavra, inovação”.

Embora este sector consiga oferecer produtos de elevada qualidade, são evidentes os vários problemas que este apresenta. De acordo com um estudo realizado na empresa [2], estes problemas são:

- Dimensão reduzida e carácter familiar das empresas (por vezes nem o problema de sucessão é resolvido);
- Estilo de gestão centralizado, com reduzida importância atribuída às estratégias de negócio, formas de organização, gestão de recursos humanos, comercial, *marketing*, *design* e internacionalização;
- Deficiências na organização do sistema produtivo, com subaproveitamento tecnológico dos recursos existentes ou disponíveis, assim como dos sistemas de informação para apoio à decisão e gestão do empresário;
- Falta de pesquisa e compreensão do mercado e das suas tendências, com definição de estratégias e objectivos do negócio de acordo com dados empíricos e de fiabilidade duvidosa, sem ter em conta as necessidades dos clientes.

Por estas razões, vê-se nesta indústria uma oportunidade para a aplicação de metodologias capazes de oferecer melhorias a nível de organização, gestão e produção.

1.3 Apresentação Empresa

A empresa começou o seu funcionamento em 1974 com uma sociedade constituída por dois sócios, António Moreira de Barros e Maria Isaura Pereira Neto, sob o nome de António Moreira de Barros, Lda. Esta sociedade, sediada em Ferreira no concelho de Paços de Ferreira, cresceu ao longo dos anos seguintes, apresentando aumento de capitais, aumentando as suas instalações e contratando profissionais nas áreas de engenharia de produção e *design*, apostando assim na sua modernização. Em 1996, a empresa altera a sua designação para Ambitat Movéis, Lda. justificado por ter alterado a sua filosofia de concepção e a criação da marca Ambitat.

Com o objectivo de fabrico de mobiliário de madeira em estilo clássico, a empresa actua no mercado à 46 anos, oferencendo aos clientes móveis de qualidade superior. Está instalada numa estrutura física com 5.900 m^2, abrangendo armazém de matérias-primas, armazém de produtos acabados, sector de produção e escritórios, possuindo no seu quadro 89 funcionários. Do total da produção realizada na empresa, cerca de 90% é direccionada para exportação, tendo como maiores clientes Espanha e França.

Constituída por dois sócios proprietários, o Sr^{o}. António Barros e a sua esposa Sr^{a}. Maria Barros, a empresa possui ainda director comercial, financeiro e de produção, cargos ocupados pelos três filhos dos sócios proprietários. Com uma organização de gestão familiar, a empresa apresenta grandes dificuldades a nível administrativo principalmente nas questões decisivas do negócio.

Nos últimos anos, a empresa sentiu a necessidade de alterar o estilo oferecido nos seus produtos para um mais contemporâneo, criando uma nova marca dentro do estilo do neoclássico: a Village. A empresa possui uma equipa de desenvolvimento de produto, composta por quatro *designers*, um engenheiro de produção e o próprio proprietário, que participa activamente com o seu conhecimento de fabrico de mobiliário, adquirido ao longo de 40 anos de experiência.

Actualmente a empresa apresenta diversos problemas, quer ao nível da gestão e estratégia, como ao nível de produção e desenvolvimento de produto. Muitos deste problemas derivam da crise económica sentida nos ultimo anos, que reduziram o volume de vendas e de produção. De forma a contornar estes problemas, a empresa tem se esforçado por oferecer uma maior variedade de produto, tendo nos últimos 5 anos lançado mais de 300 modelos diferentes de mobiliário. Com uma produção de baixo volume e elevada variedade, o processo de fabrico da empresa apresenta diversos problemas, encontrando-se desadequado da realidade presente.

1.4 Objectivos

Esta dissertação tem como objectivo principal a identificação de melhorias operacionais com a finalidade de redução dos custos de produção. Ao longo do desenvolvimento foi sendo adap-

tada à realidade da empresa, e em conjunto com os orientadores foram estabelecidos os seguintes objectivos:

- Conhecer o processo de fabrico dos produtos oferecidos, e toda a sua envolvente;
- Analisar o estado actual do processo, a nível de desperdícios de materiais, análise de tempos, de espaço e de fluxo de componentes;
- Elaboração de um plano de acção, que resulte numa melhoria e melhor controlo da produção.

Pretende-se assim com este trabalho, criar um plano de acção que cumpra o objectivo principal e possa futuramente ser implementado pela empresa em estudo.

1.5 Metodologia

A metodologia adoptada para a realização deste projecto dividiu-se em quatro fases, com a finalidade de cumprir os referidos objectivos.

A primeira fase passou pelo conhecimento do sector e do produto, assim como do processo produtivo. Nesta fase teve-se a preocupação de perceber quais os problemas que o processo produtivo apresentava.

A segunda fase tratou da análise de diversos indicadores de produtividade da empresa. Realizou-se a recolha de dados no chão de fábrica, tais como desperdício de material, tempos de produção, assim como uma análise de utilização de espaço e eficácia do *layout* actual.

Na terceira fase foi efectuado um estudo sobre o pensamento Lean, os seus conceitos e ferramentas de aplicação, de modo a ser elaborado um plano de acção de melhorias.

Na quarta e última fase, com base na análise efectuada e problemas identificados, foi elaborado o plano de acção, usando algumas das ferramentas estudas do pensamento Lean.

1.6 Organização da Dissertação

A estrutura deste documento está organizada em seis capítulos.

No primeiro capítulo é realizada uma introdução ao projecto, com o enquadramento e descrição da motivação para este, contextualização do sector, uma apresentação da empresa, objectivos propostos e metodologia usada.

No segundo capítulo é apresentado o pensamento Lean, com uma descrição da origem deste, principais conceitos e ferramentas utilizadas neste projecto.

No terceiro capítulo é descrito o processo de fabrico da empresa, assim como uma análise do produto e matérias primas usadas na produção.

No quarto capítulo é realizada uma análise de vários indicadores de produtividade da empresa, tais como análise de desperdícios, análise de tempos de produção, análise de espaço utilizado e análise do layout actual.

No quinto capítulo é elaborado um plano de acção, para aplicação das ferramentas estudadas no segundo capítulo no processo de produção da empresa.

No sexto e último capitulo, são efectuadas as conclusões do projecto e sugestão de trabalho futuro.

Capítulo 2

Estado da Arte

Neste capítulo são apresentados os conceitos da filosofia Lean, que será a base para a identificação de problemas e proposta de melhorias para o caso em estudo. É feita uma descrição da história do sistema de produção Toyota, base da filosofia Lean, a descrição dos principais conceitos e algumas ferramentas usadas por esta.

2.1 Origem do Pensamento Lean

No início da década de 90 do século XX, foi apresentado ao mundo um best-seller de James P. Womack, Daniel Jones e Daniel Ross, "*The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production*" [3]. Este documento descreve como uma empresa japonesa de teares alterou o seu negócio para a indústria automóvel, desenvolvendo um novo conceito de sistema de produção, ultrapassando em diversos níveis os maiores produtores mundiais de automóveis. Embora o mundo só tenha percebido o poder deste sistema de produção na década de 90, as origens dele remontam ao século XIX. Nesta secção, será apresentado uma breve descrição das origens do sistema Toyota de produção (STP), com base em autores como Womack et. al [3, 4], Liker [5] e Ohno [6].

Embora o sistema Toyota de produção tenha sido desenvolvido no Japão, as suas raízes estão presentes na revolução industrial que ocorreu ao longo do século XIII, XIX e XX.

Em meados do século XVIII, inicia-se em Inglaterra uma revolução que viria a alterar a forma como a humanidade trabalha, produz e pensa. O surgimento da máquina iniciou um processo capaz de reduzir o peso do trabalho do homem, aumentando por sua vez a capacidade de produzir e distribuir de forma cada vez mais eficiente produtos e serviços a nível mundial. Esta ocorrência possibilitou um crescimento exponencial da economia, alterou significativamente as regras do mercado e a própria atitude do homem perante o trabalho e a economia, originando assim a revolução industrial. Com o surgimento de uma nova forma de produzir, tornou-se necessário racionalizar a mão-de-obra, substituindo métodos de trabalho rudimentares por métodos científicos. Deste pensamento surgem no final do século XIX os primeiros engenheiros industriais. A

primeira abordagem a este tema é feita por Frederick W. Taylor. Em 1911, Taylor edita um documento que intitulou “Os princípios da Gestão Científica"e marca o nascimento da gestão cientifica. Observando trabalhadores individuais, Taylor estudou os seus métodos de trabalho e desenvolveu os métodos de Estudos de Tempo e trabalho normalizado. Embora nunca os tenha aplicado, os estudos feitos por Taylor foram a base para o trabalho de Henry Ford.

Henry Ford foi a primeira pessoa a aplicar eficazmente os princípios desenvolvidos por Taylor, nas sua fábrica de produção de automóveis. Analisando os métodos de trabalho dos seus trabalhadores e funcionamento da sua fábrica, Ford percebeu que seria mais produtivo se em vez de os seus trabalhadores e componentes se deslocarem ao automóvel a ser montado, este se deslocasse, criando assim uma linha de montagem e um fluxo contínuo de produção. Ohno [6] transcreve no seu livro esta ideia, nas palavras do próprio Ford:

> “Foi então que tive a ideia de que a montagem se tornaria mais fácil, simples e rápida se movêssemos o chassis junto, iniciando-se em uma ponta da fábrica com uma estrutura e acrescentando os eixos e as rodas; depois movendo-o até ao stock, ao invés de trazer o stock até o chassis.”

A criação de fluxo, ideia original de Ford, manteve-se até aos dias de hoje e é um dos princípios do sistema Toyota de produção.

Ao mesmo tempo que nos Estados Unidos nascia o sistema de produção em massa, no Japão nasciam as bases para o sistema Toyota de produção. A história da Toyota começa com Sakichi Toyoda, um funileiro e inventor, que cresceu no final do século XIX, numa pequena comunidade no Japão. Sakichi aprendeu carpintaria com o seu pai e aplicou os seus conhecimentos no desenvolvimento de teares manuais. Em 1884 começa a produzir melhores teares que os existentes na época e mais baratos. Com o intuito de aliviar trabalho à sua família, Sakichi começou a desenvolver teares movidos a energia eléctrica. Através do desenvolvimento de várias inovações, através de tentativas e erros (um método que se viria a tornar parte da maneira de pensar da Toyota), Sakichi aperfeiçoou a sua invenção. Em 1924, Sakichi inventa o primeiro tear automático do mundo, chamado “*Type-G Toyoda Automatic Loom*” e começa, em 1926, a *Toyoda Automatic Loom Works*. De entre todas as suas invenções, a incorporação de um sistema de paragem automática sempre que um fio partisse, foi a mais significativa, visto que fundou um dos pilares do Sistema Toyota de Produção, a autonomação. Sakichi foi considerado mais tarde como o “rei dos inventores” no Japão. No entanto a sua maior contribuição para o STP foi a sua abordagem ao trabalho, baseado na procura de uma melhoria continua - *Kaizen*.

Embora Sakichi tivesse inventado o tear automático, sabia que o futuro da empresa não eram os teares mas a recente indústria automóvel, impulsionada pela Ford. Assim, em 1929, Sakichi envia o seu filho, Kiichiro Toyoda, a Inglaterra com a finalidade de negociar a patente do tear automático. Com o conhecimento adquirido do curso em engenharia mecânica, um profundo interesse na indústria automóvel resultante das suas visitas a fábricas de automóveis na Europa e Estados Unidos durante a década de 1920, e com os fundos adquiridos da venda da patente,

Kiichiro começa em 1930 a conversão da então *Toyoda Automatic Loom Works* para Toyota Motor Company. Em 1937, é fundada a Toyota Motor Company [5].

A Toyota foi construída com base no pensamento administrativo de Sakichi, mas a contribuição de Kiichiro foi o Just-In-Time. Depois de visitar os Estados Unidos, com o intuito de estudar as plantas da Ford, o que mais impressionou Kiichiro foi o sistema de funcionamento dos supermercados Norte-Americanos, que recolocavam os produtos à medida que estes eram consumidos. Esta visão é base do sistema Kanban e da abordagem Just-In-Time do STP.

Foi durante a década de 30 que se iniciou realmente o desenvolvimento do STP. Com base no conhecimento adquirido das visitas às fábricas da Ford e na obra "*Today and Tomorrow*"de Henry Ford, foram testados os primeiros sistemas de transportes, ferramentas de máquinas de precisão e a ideia de economia de escala na produção dos teares. Mesmo nesta época os administradores da Toyota sabiam que o mercado Japonês não suportava a produção em massa dos Estados Unidos.

Ao mesmo tempo que nascia esta nova empresa, ocorreu a segunda guerra mundial. Com a necessidade de reconstruir o país, a Toyota recebeu encomendas de camiões e não tinha dificuldades em receber encomendas de automóveis, mas a crise financeira no final da década de 40 colocou a Toyota perto da falência. Kiichiro viu-se obrigado a assumir as responsabilidades e abandonar a empresa que ele criou. Depois de Kiichiro Toyoda, foi o seu primo, Eiji Toyota, que assumiu a liderança da empresa. Eiji recebe a empresa num cenário complicado. Após a segunda guerra mundial, o Japão era um país dizimado, com uma indústria destruída, uma plataforma de abastecimento nula e um mercado sem poder de compra. A Toyota acabava de passar uma crise e tinha que competir com os grandes produtores mundiais de automóveis.

Em 1950, Eiji e a sua equipa de administradores realizam uma viagem de 12 semanas aos Estados Unidos, com o intuito de estudar a indústria. Esperavam ver grandes desenvolvimentos nas técnicas de produção mas encontraram um sistema que não tinha evoluído muito desde os anos 30, e possuía diversas falhas. O sistema de produção movimentava grandes lotes de produtos, que eram armazenados para voltarem a ser movimentados, processados e armazenados noutro departamento. O sistema recompensava quem produzia muito e mantinha as máquinas em funcionamento, resultando em superprodução e fluxos desiguais. O ambiente era desorganizado e descontrolado, com grandes paragens e grandes quantidades de material espalhado por todo o lado. Neste cenário, os Japoneses viram uma hipótese de aprender e adaptar o sistema de produção em massa para a realidade Japonesa. Após visitar as plantas da Ford, Eiji atribui a Taiichi Ohno, administrador da empresa, a tarefa de igualar a produtividade da Toyota à Ford.

Usando técnicas que contribuiriam para o sucesso da produção em massa, como ferramentas de precisão e peças intercambiáveis, os valores e técnicas desenvolvidas pela família Toyoda, como a melhoria contínua, autonomação e Just-In-Time, juntamente com as técnicas de gestão americanas, como Controlo de Qualidade (CQ), Controlo de Qualidade Total (CQT) e Métodos de Engenharia Industrial (MEI), Eiji, Ohno e a sua equipa desenvolvem durante os 20 anos seguintes o STP.

No final da década de 70, o Japão sofre uma crise petrolífera, e o STP é posto à prova. Pela forma como a Toyota ultrapassou a crise, a indústria japonesa percebeu o valor deste sistema de

produção e começou a tentar implementá-lo. Este porcesso levou a uma massificação da aplicação do STP no Japão, que eventualmente acabou por se alastrar ao resto do mundo. Com a constante procura de soluções, desenvolvimento de conceitos e ferramentas, o sistema Toyota de Produção evolui e actualmente é conhecido como pensamento Lean.

2.2 Conceitos

Como descrito na secção anterior, durante a história da criação da Toyota surgiram diversos conceitos que possibilitaram o desenvolvimento do STP. Nesta secção são descritos em maior detalhe esses conceitos.

2.2.1 Tipos de Desperdícios

Uma revolução na forma de olhar para a produção, ocorreu quando Ohno percebeu a importância do desperdício. O desperdício é o cerne da questão. Do Japonês "*Muda*", toda a visão da Toyota é dirigida para a eliminação total ou parcial do desperdício. Womack [4] define o desperdício como: "desperdício é qualquer actividade humana que absorve recursos mas não cria valor como: erros que exigem rectificação, produção de itens que ninguém deseja, acumulação de mercadorias de stocks, etapas de processamento que na verdade não são necessárias"

Foi Ohno quem percebeu a importância do desperdício. Em Ohno [6], o autor explica como resolveu o problema de aumentar a produção sem aumentar a força de trabalho. Ohno afirma que numa linha de produção poderíamos reduzir a força de trabalho que mesmo assim era possível manter o nível de produção. No entanto, se voltássemos a acrescentar a força de trabalho retirada, o nível de produção não aumentava. Isto significava que a capacidade estava a ser desperdiçada na forma de trabalho desnecessário e superprodução. Ohno define ainda que se considerarmos trabalho que acrescenta valor como trabalho, e tudo o resto como desperdício, então podemos dizer que:

$Capacidade = Trabalho + Desperdicio$

Sendo assim, a verdadeira melhoria ocorre quando identificamos os desperdícios e os reduzimos, ou eliminamos, elevando a percentagem do trabalho para 100%. Para tal, é necessário definir os desperdícios. Ohno identificou 7 tipos de desperdícios na linha de produção.

- Excesso de Produção - A produção de produtos para os quais não existe procura, causa perdas com uso de mão-de-obra excessiva, stock desnecessário e transporte devido ao stock excessivo.

- Tempo disponível - Tempo morto causado por espera de processos, ferramentas, vigia de máquinas automáticas, falta de fornecimento, atrasos no processamento, avaria de equipamentos (todo o tipo de tempos parados), gargalos de capacidades.

- Transporte - Movimentação desnecessária, ineficiente ou dificultada de materiais, peças e produtos acabados entre stock ou processos.

- Processamento - Processamento desnecessário na produção de peças, ineficiências do processo como consequência de falha de ferramenta ou projecto (produz defeitos e movimentos desnecessários), produtos com qualidade superior à necessária.

- Excesso de Stock - Stock de matéria-prima, processo ou produtos acabados causa custos de armazenagem e de transporte, *lead times* mais longos, produtos danificados e obsolescência. De acordo com Liker [5] o excesso de stock também oculta problemas como o desbalanceamento da produção, entregas atrasadas dos fornecedores, defeitos, equipamentos em manutenção e longos tempos de *setup*.

- Movimento - Qualquer movimento que não seja necessário para a execução de uma operação é uma perda. Procurar, agarrar, andar, empilhar peças ou ferramentas são exemplo disso.

- Defeitos - Produção de componentes defeituosos. Retrabalho, reparar, rejeitar ou substituir a produção e inspeccionar significam perdas tempo, manuseio e esforço.

Mais tarde, Womack [4] define ainda um novo tipo de desperdício.

- Criatividade dos Funcionários - O não envolvimento e não ouvir os funcionários pode causar perdas de ideias, habilidades e melhorias.

Para Ohno [6], o desperdício está presente em toda a produção, e a sua identificação poderá ser por vezes muito complicada. No entanto, Ohno orienta para na análise total de desperdício se ter em conta os seguintes pontos:

1. O aumento da eficiência só faz sentido quando está associado à redução de custos. Para obter isso, temos que começar a produzir apenas aquilo que necessitamos usando um mínimo de mão-de-obra.

2. Observe a eficiência de cada operador e de cada linha. Observe então os operadores como um grupo, e depois a eficiência de toda a fábrica (todas as linhas). A eficiência deve ser melhorada em cada estágio e, ao mesmo tempo, para a fábrica como um todo.

2.2.2 Os 5 Principios

Quando falamos em Lean a palavra que deve ser entendida é Muda. A palavra japonesa significa literalmente "desperdício", e o pensamento Lean é "Lean"(palavra inglesa para magro) pois concentra-se na eliminação de tudo o que não acrescenta valor para o cliente, o desperdício. Womack e Jones [4] sugerem na sua obra uma forma de pensar, através de 5 princípios, que permitem a qualquer organização especificar e definir o que é valor, de forma a conseguir compreender quais as actividades que realmente o acrescentam e alinhar estas obtendo melhores resultados, produzindo mais e melhor usando menos esforço humano, menos máquinas, menos materiais, menos espaço e menos tempo, entregando ao cliente produtos com maior valor acrescentado, na quantidade necessária e no tempo preciso.

2.2.2.1 Especificar o Valor

O primeiro princípio, e o mais crítico, é especificar o que é valor do ponto de vista do cliente. Valor apenas pode ser especificado pelo consumidor final do produto ou serviço. E este só é significativo quando expresso em termos de um produto específico, a um preço e tempo específico que corresponda às expectativas do cliente. [4] De acordo com Dominguez [7], o valor é atribuído ao produto ou serviço pelos clientes baseado na relação entre os benefícios percebidos e o custo da sua aquisição, comparado com os concorrentes. O autor afirma ainda que a percepção do valor é dinâmica, podendo variar com a percepção que o cliente tem no momento da avaliação, sendo esta antes da compra ou após um longo período de uso.

A definição do custo do produto, ou serviço, é um dos pontos mais importantes neste princípio. Womack e Jones [4], afirmam que a tarefa mais importante na especificação de valor, depois de definido o produto, é determinar o custo alvo com base no volume de recursos e no esforço necessário para fabricar um produto com determinadas especificações e capacidades, se todo o desperdício visível no momento for eliminado do processo.

Dominguez [7] realça que o valor pode ser identificado quanto à natureza do mercado. Este caracteriza os mercados como consumidores ou industriais, e a percepção de valor é diferente consoante estes mercados. Nos mercados consumidores o valor percebido é influenciado pelas características pessoais dos clientes, privilegiando atributos de valor ligados mais à estética ou ao gosto, enquanto que nos mercados internacionais o valor compreendido é mais racional, privilegiando atributos de valor mais ligados a desempenho e funcionalidade.

Como se pode observar, a definição de valor é o procedimento mais importante quando o objectivo é adoptar uma cultura Lean na organização, sendo também um dos mais difíceis de ser compreendido e adoptado. Poderá ser necessário alterar a forma de pensar de uma organização, direccionando a visão desta para o cliente final, e no que realmente representa valor para este.

2.2.2.2 Identificar o Fluxo de Valor

Depois de se definir o que é valor, o próximo passo será identificar qual o fluxo de valor. De acordo com Womack e Jones [4], o fluxo de valor é o conjunto de todas as acções necessárias para que um produto, ou serviço, atravesse as três tarefas criticas de gestão de qualquer negócio:

- Solucionar Problemas - desde a concepção até ao lançamento do produto.
- Gestão da Informação - desde o pedido até à entrega, através de um planeamento detalhado.
- Transformação Física - desde a matéria-prima até ao produto pronto a entregar ao cliente.

A aplicação deste princípio irá conduzir a organização a perceber que três tipos de acções estão a ocorrer ao longo da cadeia do fluxo de valor [4]. A primeira, que existem diversas actividades que certamente criam valor. A segunda, que existem actividades que não criam valor, mas são necessárias ao processo. A terceira, que existem actividades que não criam valor mas, não sendo necessárias ao processo, podem ser evitadas. Este princípio permite assim identificar onde é que

se cria valor ao longo do processo, sendo possível perceber onde é necessário actuar de forma a reduzir o *lead time* de produção.

Liker [5] apresenta a explicação de Taiichi Ohno sobre a sua visão do que é fluxo:

> "Tudo o que estamos fazendo é olhar para a linha de tempo desde o momento em que o cliente nos faz um pedido até ao ponto em que recebemos o pagamento. E estamos reduzindo essa linha de tempo, removendo as perdas que não agregam valor."

A criação de fluxo é o ponto central no STP, e um fluxo bem identificado ajuda a implementar diversas soluções de melhoria, baseadas em ferramentas Lean, aumentando a qualidade com menor custo e menor prazo de entrega.

2.2.2.3 Fluxo Contínuo

Depois de se definir o valor precisamente, mapear o fluxo de valor e de eliminar todos so passos que geram desperdício, o próximo princípio é fazer com que todas os passos que geram valor fluam, sem interromper o processo. Liker [5] definiu que fluxo significa reduzir o tempo de espera de um trabalho para ser processado em qualquer operação. O autor defende ainda que a criação de fluxo não traz só vantagens ao nível do *lead time* do processo, mas também "expõe situações de ineficiência que exigem soluções imediatas". No entanto, a aplicação deste princípio necessita de uma mudança profunda do pensamento das organizações [4]. A mudança de uma mentalidade de grandes lotes para o fluxo unitário de peças é um dos exemplos de criação de fluxo, que embora pareça contra-intuitivo, proporciona vantagens na criação de fluxo contínuo.

2.2.2.4 Produção *Pull*

Depois de se criar as condições para um fluxo contínuo, o próximo princípio é começar a produzir de uma forma puxada. Uma produção puxada significa só produzir um produto a partir do momento em que um cliente o requisita. Desta forma, consegue-se controlar o volume de produção que existe numa organização, pois os produtos e serviços apenas são produzidos quando necessários. Womack e Jones [4] afirmam que em termos simples puxar significa que nenhum processo a montante deverá produzir um bem ou serviço, sem que o processo a jusante o requisite. A aplicação deste princípio é no entanto complicada e gera insegurança por parte das organizações, consequência de vários factores que formam a cadeia produtiva. É necessário assegurar que os processos a montante possuem capacidade de entregar os bens ou serviços aos processos a jusante, no tempo necessário para assegurar um fluxo contínuo de todo o sistema.

2.2.2.5 Perfeição

O ultimo e mais importante princípio, é a procura da perfeição. À medida que os outros 4 princípios são aplicados, diversos problemas vão sendo expostos. É necessário adoptar uma mentalidade de melhoria contínua, e procurar incansavelmente a perfeição, eliminando todos os problemas. Este é o cerne do pensamento Lean.

2.2.3 Kaizen

A palavra Kaizen deriva da junção duas palavras japonesas, "Kai"e "Zen", significando "contínuo"e "melhoria"ou "sabedoria". A filosofia Kaizen baseia-se exactamente no significado da palavra, "melhoria contínua". Mazaki Imai [8] afirma que kaizen, é uma filosofia de melhoria contínua na vida pessoal, social e profissional. No campo profissional, envolve todas as pessoas numa organização, trabalhando em conjunto para obter soluções que se traduzam em melhorias sem fazer grandes investimentos de capital. Esta filosofia pode e deve ser extendida a todos os níveis da organização, desde a área comercial até à produção, de forma a optimizar continuamente todos os processos da organização. As acções de melhoria, devem ser desenvolvidas por equipas multi-disciplinares, compostas por funcionários das diversas áreas de actuação, para que possam surgir soluções baseadas no senso comum, e tornar esta actividade numa prática comum no dia-a-dia. No processo, todas as sugestões devem ser consideradas assim como o impacto da aplicação destas, recompensando boas sugestões de forma a promover a adopção desta filosofia.

Poderão ser usadas ferramentas de monitorização e controlo das acções de melhoria contínua. Uma dessas ferramentas é o ciclo PDCA, constituído por quatro etapas: *Plan*, *Do*, *Check*, *Act*. Estas etapas estão representadas na figura 2.1.

Figura 2.1: Ciclo PDCA de Melhoria Contínua

2.2.4 O Modelo de Gestão

Embora a filosofia Lean tenha nascido na linha de produção, esta foi evoluindo e está a ser aplicada nas mais diversas áreas e secções de uma organização. Uma dessas áreas é a gestão que recebeu uma contribuição de Liker [5] no seu estudo e definição dos 14 princípios de gestão que constituem o sistema Toyota de produção. Divididos em 4 categorias, definidas pelo modelo dos

4P's (Filosofia; Processos; Pessoas e Parceiros; Solução de Problemas), os 14 princípios, ilustrados na figura 2.2 fornecem uma visão clara de como gerir uma organização Lean.

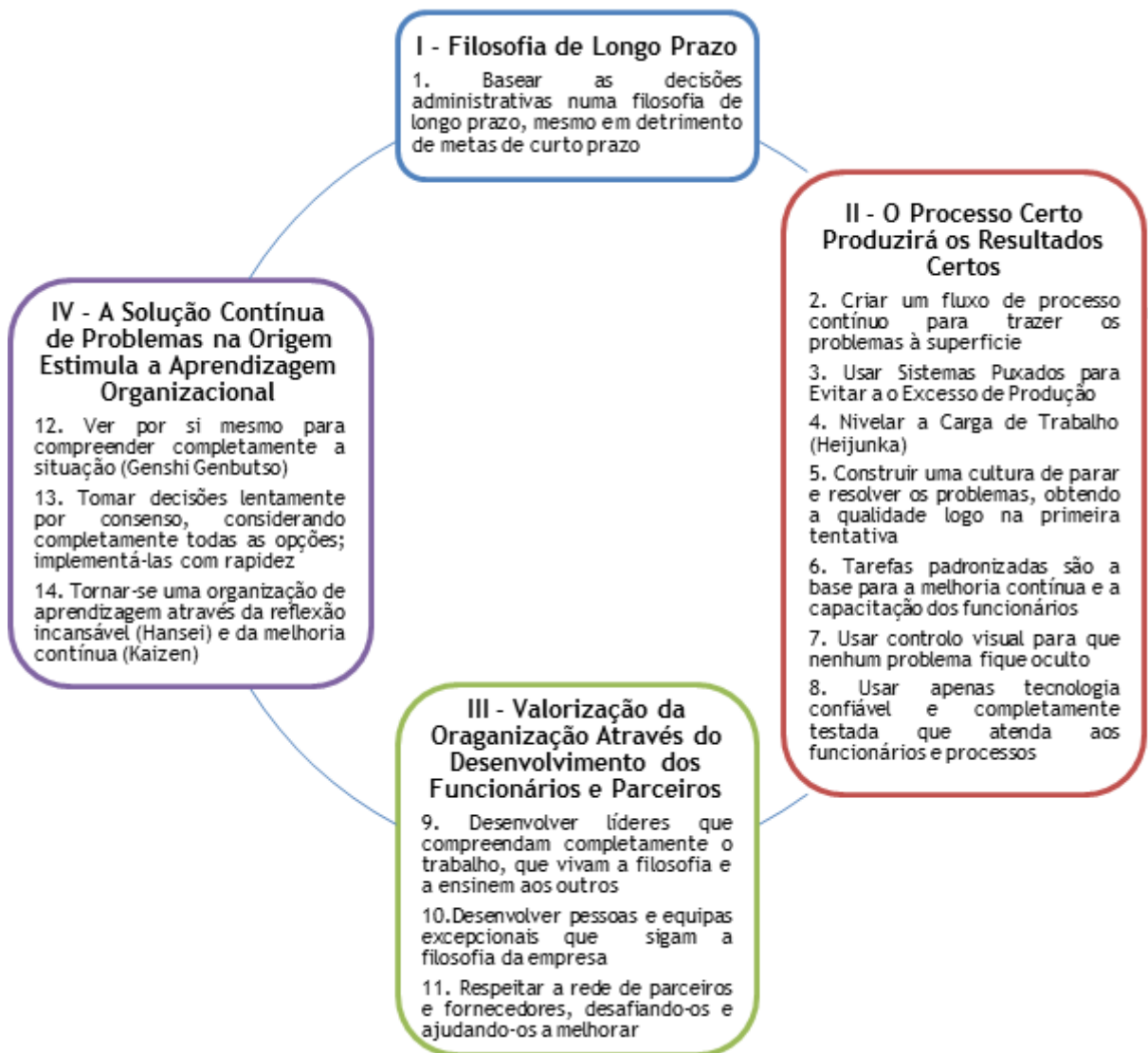



Figura 2.2: Os Princípios de Gestão do Modelo Toyota

2.3 Ferramentas Lean

2.3.1 Metodologia 5s

Os 5S surgem num clima pós-guerra, resultante da 2ª guerra mundial, que se vivia no Japão. Com base em noções de organização ligadas à própria cultura japonesa, os 5S constituem um conjunto de passos que pode ser aplicado em qualquer organização, desde os escritórios de administração até ao chão-de-fábrica. A sigla deriva das iniciais de 5 palavras japonesas: *SEIRI*, *SEITON*, *SEISO*, *SEIKETSU*, *SHITSUKE*. Muitos autores defendem este como o primeiro passo

para a aplicação de uma gestão visual, que vise o aumento da produtividade. Um local de trabalho limpo, organizado, capaz de responder com rapidez a necessidades dos seus utilizadores aumenta a eficiência do trabalho, promove a disciplina e a qualidade. Estes 5 pilares que definem a filosofia dos 5S permitem, de forma concisa, criar um ambiente capaz de evidenciar os problemas que necessitam de ser realmente resolvidos.

***SEIRI* – Triar**

Num local de trabalho apenas é necessário o que realmente é utilizado. O primeiro passo da metodologia consiste em separar e manter no local todos os materiais e ferramentas que são apenas necessários a realização das operações – "ter apenas o que é necessário na quantidade correcta". Os itens que não pertencem ao local de trabalho poderão ser identificados com recurso a uma etiqueta vermelha (Red Tag), onde são descritas as diversas informações sobre o item a ser removido. Na figura 2.3 pode-se ver um exemplo destes cartões. Esta ferramenta possibilita uma gestão visual do processo de implementação deste passo.

Figura 2.3: Exemplo de Etiqueta Vermelha. Fonte: www.enna.com

***SEITON* – Organizar**

Depois de terem sido seleccionados e eliminados os elementos que não são necessários para a realização do trabalho, o passo seguinte consiste em organizar o que ficou. Organizar significa atribuir um local adequado à realização das operações a cada elemento: "um lugar para cada coisa, cada coisa no seu lugar". Os itens necessários deverão ser arrumados e organizados em locais que permitam um fácil acesso e alcance, de forma a evitar perdas de tempo. O recurso a critérios de quantificação de uso dos elementos deverá ser usado, de forma a organizar de uma forma mais eficiente o local de trabalho – nº de utilizações vs. distância ao local de trabalho. Os elementos deverão ser identificados/numerados, através da sua etiquetagem, assim como o local

onde estes deverão ser arrumados. De notar que a identificação do local de arrumo evidencia a falta de elementos e promove a disciplina de arrumação.

***SEISO* – Limpar**

Após se ter criado, com os dois primeiros passos, um local arrumado e organizado é necessário limpar de forma a criar condições para que o trabalho possa ser realizado da melhor forma. Identificar as principais fontes de sujidade e reconhecer as áreas e locais de difícil limpeza, assim como quem irá limpar o quê, ajuda a criar soluções que visem manter o local no estado inicial e ideal. Os materiais danificados, assim como as sobras, deverão ser eliminados ou colocados num local próprio. Enquanto os colaboradores limpam também poderão prever possíveis avarias de equipamento, ou melhorias que poderão ser tomadas. Este S passa por "criar um ambiente e local de trabalho agradável."

***SEIKETSU* – Normalizar**

Enquanto os S anteriores são a implementação "prática" da metodologia, este S trata de criar condições e normas para manter os benefícios alcançados. Procedimentos e regras que visem a fácil utilização dos 5S, ajudam os colaboradores a serem disciplinados e a manterem o local de trabalho limpo e arrumado. Planos diários de limpeza, identificação dos locais e do local dos elementos necessários ao trabalho, uso de cores e instruções de operação que incluam segurança, limpeza e gestão visual.

***SHITSUKE* – Sustentar**

Por fim, este S tem o objectivo de criar sustentabilidade da metodologia e disciplina individual capaz de fazer cumprir os princípios dos 5S. É a etapa mais importante, pois permite garantir que os resultados positivos da implementação dos 5S são mantidos no futuro. No entanto, por esta etapa tratar de mudar mentalidades e hábitos dos colaboradores, é a mais difícil de implementar.

Assim sendo, a prática dos 5S deve fazer parte do dia-a-dia de trabalho através de rotinas diárias de limpeza e organização. A criação de quadros de gestão visual e indicadores de 5S poderão ajudar a promover a metodologia e a criar novos hábitos. Será sempre necessário acompanhar o processo por uma formação constante, sendo persistente na procura dos objectivos.

2.3.2 Células de Produção

De acordo com Liker [5] uma célula de produção consiste numa organização de pessoas, máquinas ou centros de trabalho numa sequência de processamento. Jacobs, Chase e Aquilano [9] caracterizam uma célula de produção como um grupo de diferentes máquinas, capazes de processar um ou uma família de produtos com características de forma ou processamento iguais. Afirmam ainda os autores que o principal objectivo da organização da produção em células é adquirir os benefícios do *layout* de produto em produções do tipo *job-shop*. De acordo com Pinto [10] e Jacobs [9] a implementação de células de produção possibilita benefícios a vários níveis.

- Reduz o espaço ocupado quando comparado com um *layout* funcional, assim como tempos não produtivos, WIP, *lead time* e custos de produção.

- Apresenta uma maior flexibilidade, capacidade de ajuste a diferentes volumes de produção e uma gestão mais simples.
- Possibilita melhores relações humanas, aprendizagem mútua dentro da equipa de trabalho e um *feedback* de qualidade contínua.

Uma célula de produção facilita o fluxo unitário de peças de um produto ou serviço, a um ritmo imposto pelo cliente, com o mínimo de atraso, movimentações e esperas. Segundo Pinto [10], a criação de células de produção pressupõe três passos:

1. Identificação de famílias de produtos com características e fluxos de produção semelhantes.
2. Agrupar máquinas em células de modo a minimizar o movimento de materiais e pessoas.
3. Localizar máquinas partilhadas em pontos centrais de forma a poderem ser utilizadas por células diferentes, reduzindo o transporte e stocks intermédios.

2.3.3 Single Minute Exchange of Die(SMED)

O método SMED, ou troca rápida de ferramentas, surgiu na década de 50 sendo desenvolvido por Shingeo Shingo. No entanto, o verdadeiro desenvolvimento do conceito ocorreu na Toyota Motor Corporation em 1970 [11]. De acordo com o autor, o método SMED é uma abordagem científica para reduzir o tempo de *setup*, que pode ser aplicada em qualquer máquina de qualquer indústria. Segundo Shingo [11] o termo refere-se a um conjunto de técnicas que, quando aplicadas, conseguem reduzir o tempo de qualquer *setup* para menos de 10 minutos. Embora a redução do tempo para um único digito não seja sempre possível, este é o objectivo do método, sendo normalmente alcançadas reduções muito significativas dos tempos de *setup*. De acordo com Shingo [11], as principais técnicas para a redução do tempo de *setup* são:

1. Separação das Operações de *Setup* Internas em Externas - Identificar quais as operações que poderão ser executadas durante a paragem do equipamento (*setup* externo), das que poderão ser executadas com o equipamento em funcionamento (*setup* interno).
2. Converter *Setup* Interno em Externo - Reexaminar as operações e estudar quais as pertencentes ao setup interno que poderão ser convertidas em operações de *setup* externo.
3. Padronizar a Função, não a Forma - Padronizar a função de modo a uniformizar as peças necessárias ao *setup*.
4. Utilizar Mecanismos de Aperto Rápido, ou eliminá-los.
5. Utilizar Dispositivos Intermediários - Usar dispositivos padronizados que facilitem a instalação no equipamento para o processamento seguinte.
6. Adopção de Operações Paralelas - Utilizar mais do que um operário para realizar operações de *setup* simultaneamente.

7. Eliminação de Ajustes - Eliminar os tempos de ajuste necessários com recurso a dispositivos numéricos de controle. Os dispositivos poderão variar a complexidade de acordo com a precisão necessária.

8. Mecanização - Usar sistemas mecanizados para realizar algumas operações de *setup*. Devido ao nível do seu investimento, a aplicação deste princípio deve ser bem estudada, e só aplicado depois de se ter melhorado o mais possível com os princípios anteriores.

2.3.4 Controlo Visual

Num ambiente industrial em que é exigido redução de custos, aumento da qualidade, produtividade, organização e controlo, é critica a implementação de controlos preventivos. De acordo com Shimbun [12], os controlos preventivos são mecanismos de resposta rápida de medidas capazes de parar ou detectar problemas, antes destes ocorrem. Se controlarmos as causas destes problemas, então poder-se-á criar um ambiente controlado em tempo-real reduzindo todos os tipos de desperdícios.

Para tal é necessário criar um ambiente de trabalho em que qualquer anomalia ou problema seja reconhecido imediatamente. Uma solução para este controlo é o controlo visual. Shimbun [12] define controlo visual como:

> *"Visual control is the type of control that will enable even persons such as the company president, or other upper-level executives who know very little about the plant, to apprehend a certain amount of important information about the plant (namely, the progress status of the manufacturing processes, the amount of raw materials and work-in-progress being held in inventories, the number of defects being generated, which machines and equipment are out of production and why, and the like) merely by walking through the plant and observing it; this, in turn, will allow these executives to point out problems and make suggestions concerning how to deal with them."*

Pode-se sumariar os objectivos do controlo visual como:

1. Tornar problemas ou irregularidades visíveis a todos numa organização, de forma a ser possível tomar medidas correctivas.

2. Exibir, de forma fácil e clara, o progresso e estado das operações.

3. Providenciar informação, instruções e *feedback* imediato.

De forma a ser possível implementar estas medidas existem diversas soluções que poderão ser usadas. Algumas destas soluções são:

1. Usar cores para indicar áreas de stock, de lixo e excesso de produção.

2. Criar quadros com a sombra de ferramentas e peças para controlar a organização.

3. Usar quadros de controlo indicando procedimentos e planeamento a grupos de trabalho.

4. Usar quadros de controlo de produção.

5. Usar luzes para indicação de anomalias.

6. Usar indicadores de direcção do fluxo de produção.

Capítulo 3

Descrição do Processo

Neste capítulo faz-se uma descrição do processo de fabrico. Para tal, fez-se um levantamento das principais matérias-primas utilizadas, o tipo de produto da empresa e os principais componentes produzidos. Depois descreve-se o processo geral de fabrico, definindo e descrevendo as principais áreas de produção da fábrica. A seguir é realizada uma descrição mais detalhada dos circuitos de produção realizados pelos diversos componentes analisados a partir do produto tipo. Pretende-se, com isto, caracterizar e descrever toda a produção de forma a ser possível a identificação e levantamento de problemas.

3.1 Análise do Produto

Para analisar o processo de fabrico de mobiliário, entendeu-se que seria necessário analisar o tipo de mobiliário produzido nesta empresa, assim como as principais matérias-primas utilizadas e os principais conjuntos que compõem os móveis. Para tal, são analisadas quais as matérias-primas envolvidas na produção, seguindo-se uma descrição detalhada dos principais componentes que originam os conjuntos.

3.1.1 Análise de Matérias-Primas

Dependendo da matéria-prima o circuito de produção do componente é diferente, e assim sendo tornou-se importante perceber qual o impacto que as diferentes matérias-primas têm na produção.
Os móveis produzidos nesta empresa têm como principais as seguintes matérias-primas:

- Madeira Maciça - Madeira maciça comprada em pranchas de diversas medidas, que pode ser de cerejeira, carvalho, sapelle, choupo, grizard. Madeiras como cerejeira, carvalho, nogueira e mogno são utilizadas para a produção de componentes exteriores. Madeiras como choupo ou grizard são utilizadas na produção de componentes interiores. Estas últimas

são também conhecidas como *Madeira de Interior*. Esta separação advém da qualidade da madeira em questão.

- Placa - A placa é um derivado de madeira e é utilizada na produção de diversos componentes. Pode ser placa de aglomerado, MDF (*Medium-Density Fibreboard*) ou contra-placado. A sua utilização depende do projecto do móvel e é mais económica que madeira maciça.
- Folha de Madeira - A folha de madeira é um derivado de madeira natural, obtido a partir dos toros de madeira. Pode ser dos mais diveros tipos de madeira, sendo as principais utilizadas na fábrica a folha de cerejeira, carvalho, nogueira e pau-santo. As folhas de madeira são utilizadas no folheamento das placas.

De forma a concluir qual o impacto de cada matéria-prima na produção dos componentes, foi efectuada uma análise com base nos dados da empresa sobre os componentes que são usados na produção dos móveis. Dos 22762 componentes analisados, observou-se que 17696 são componentes de madeira e 5066 componentes de placa, dos quais 4010 são folheados. Desta forma pode-se concluir que os produtos são maioritariamente compostos por componentes de madeira, sendo também as placas na sua maioria folheadas. A figura 3.1 mostra as percentagens das matérias-primas usadas na produção.

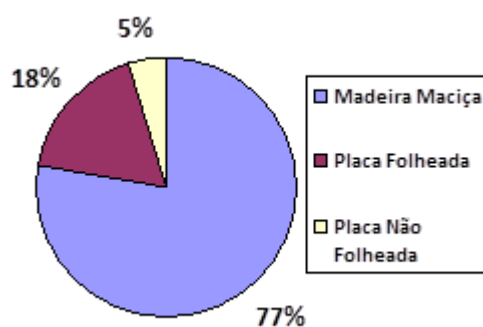



Figura 3.1: Matérias-Primas Usadas na Produção

3.1.2 Análise de Principais Componentes

De modo a montar o produto final, primeiro são maquinados diversos componentes, que por sua vez irão ser montados em diversos subconjuntos e conjuntos. Os conjuntos e subconjuntos são posteriormente maquinados, sendo depois montados para constituir o produto final. De forma a estudar os diferentes circuitos de produção, analisou-se os diferentes conjuntos e componentes que compõe um móvel. Dos 22762 componentes analisados obtiveram-se os dados apresentados na tabela 3.1.

A partir dos dados, pode-se observar que existe uma grande variedade de componentes, sendo o número de conjuntos e sub-conjuntos mais reduzido. Isto é devido ao facto de os diversos

Tabela 3.1: Percentagens de Componentes, Conjuntos e Subconjuntos na Produção

Componentes		**Conjuntos**		**Subconjuntos**	
Prateleiras	14,7%	Cimalhas	4,7%	Aranhas	3,4%
Costas	30,7%	Socos	16,4%	Caixilhos	13,8%
Frentes	3,0%	Tampos	21,8%	Aros	24,1%
Aplicações	1,9%	Ilhargas	25,9%	Grades	58,7%
Guias	12,5%	Gavetas	18,2%		
Prumos	4,2%	Portas	12,9%		
Fundos	1,7%				
Travessas	9,6%				
Conseiras	2,0%				
Almofadas	3,9%				
Apoios	1,7%				
Molduras	2,8%				
Pés	11,4%				

conjuntos utilizarem o mesmo tipo de componentes para serem montados. Por exemplo, a grade é constituída por travessas, consoeiras e almofadas, e irá por sua vez originar cimalhas, socos, portas, ilhargas, etc. A figura 3.2 descreve como os diversos componentes são montados nos diversos conjuntos.

Embora existam diversos componentes na produção, o processo de fabrico dos componentes divide-se em essencialmente dois grupos.

- Paineis - são componentes com espessuras reduzidas mas de dimensões largas, tais como almofadas, fundos de gaveta, prateleiras, costas, etc. São produzidos a partir de painel de madeira e de placa, folheada ou não.

- Réguas de Madeira - sao componentes produzidos a partir de pranchas de madeira, tais como travessas, conseiras, prumos, pés, guias, componentes de gavetas, etc.

Na secção seguinte descreve-se o processo de produção deste tipo de móveis.

Figura 3.2: Mapa Mental da Composição de um Móvel

3.2 Descrição do Processo Geral

De forma a melhor se descrever o processo produtivo, a fábrica foi dividida em vários centros de trabalho que são descritos a seguir. A figura 3.3 apresenta o fluxo produtivo da fábrica. No anexo A encontra-se ilustrado o *layout* actual da fábrica.

Depois de serem entregues no gabinete do encarregado de produção os desenhos técnicos que vão acompanhar os vários componentes do móvel ao longo da produção, este separa-os por tipo de matéria-prima, de modo a entregar nos centros de trabalho correspondentes no início da produção. O processo é iniciado em dois centros de trabalho distintos: o centro de serragem de madeira e o centro de corte de placa. Em ambos os centros de trabalho são produzidos os componentes sobredimensionados, que irão depois ser transformados ao longo do processo de produção.

De seguida, os componentes são entregues no centro de maquinação. Aqui são transformados de acordo com as especificações técnicas do projecto, de maneira a formar os vários subconjuntos e conjuntos que irão ser montados no móvel final. A placa folheada usa folha seleccionada do armazém, e depois prensada no centro de maquinação de forma a ser possível folhear as placas.

Do centro de maquinação, os componentes poderão ser entregues em três centros, de acordo com o passo seguinte no processo de cada componente. Estes centros de trabalho são a pré-montagem, CNC e montagem. O centro de pré-montagem usa os diversos componentes transformados nos centros de trabalho, e monta-os em subconjuntos e conjuntos com recurso à prensa

Figura 3.3: Fluxograma do Processo Fabril da Ambitat

hidráulica. Os subconjuntos e conjuntos irão posteriormente ser maquinados no centro de CNC. Também poderá realizar montagem de conjuntos em que seja necessário o uso da prensa hidráulica, e entregá-los directamente na montagem. O centro de CNC, recebe componentes dos centros de maquinação, e conjuntos e subconjuntos do centro de pré-montagem. Neste centro de trabalho são realizadas diversas operações de maquinagem com recurso a CNC. Depois destas operações os componentes poderão ser entregues na pré-montagem ou directamente na montagem. No centro de montagem, são usados todos os conjuntos, subconjuntos e componentes de forma a montar o móvel final em branco. Durante este processo, os conjuntos já montados vão sendo entregues no centro de marcenaria onde são lixados e aperfeiçoados até o móvel em branco estar finalizado.

Depois do móvel em branco ser finalizado, este poderá ser armazenado ou então entregue directamente no centro de acabamentos, onde será submetido a um teste de qualidade e prosseguir para o acabamento final. No centro de acabamentos, os móveis em branco são pintados, envernizados e polidos de forma a respeitarem as especificações do móvel final. De seguida é realizada a montagem final de componentes de metal, como ferragens, puxadores, corrediças metálicas, e

componentes de vidros e espelhos. Os móveis são depois embalados e expedidos para o cliente.

3.3 Descrição de Centros de Trabalho

Nesta secção descrevem-se com maior detalhe os centros de trabalho introduzidos na secção anterior. São descritas as operações realizadas em cada centro de trabalho, assim como a produção de componentes mais detalhada.

3.3.1 Centro de Serragem de Madeiras

No centro de serragem de madeiras são efectuadas as seguintes operações:

- Selecção e riscagem das pranchas de madeira - Esta operação consiste na escolha da madeira mais adequada, riscando-a em determinados lances para a fabricação dos diversos componentes.

- Traçagem - Esta operação consiste no corte transversal dos lances predeterminados aquando a riscagem das pranchas de madeira.

- Alinhamento - Esta operação consiste no corte longitudinal dos lances de madeira previamente traçados.

O processo de produção de componentes de madeira inicia-se neste centro de trabalho. Depois dos desenhos dos componentes de madeira serem separados dos componentes de placa, estes são entregues ao operador mais experiente do centro de trabalho. De acordo com o planeamento de produção, o operador selecciona quais os componentes que irá produzir. Esta selecção poderá incluir apenas um ou mais móveis, caso o operador considere que estes poderão ser misturados. Este planeamento interno é realizado durante o tempo disponível para produção. Em seguida, os desenhos são organizados pela ordem que os componentes irão ser serrados, tendo em conta o tipo de madeira e as dimensões dos componentes (componentes com maior comprimento primeiro, de modo às suas sobras preencherem os requisitos dos componentes de menor comprimento). Depois deste planeamento inicial, e de acordo com a organização definida, inicia-se o processo de produção.

Primeiro, é seleccionada a palete de pranchas de madeira que melhor se adequa ao trabalho a realizar. Esta decisão depende do tipo de madeira, da espessura do componente a produzir, e por vezes das dimensões das pranchas de madeira (se se adequam, ou não, aos componentes descritos nos desenhos). De seguida, a palete é transportada para o local de operação, recorrendo a um empilhador. Depois de seleccionada a palete de pranchas, e de acordo com a decisão dos operadores, as pranchas seguem as operações traçar-alinhar ou então alinhar-traçar.

A operação de traçar é realizada no traçador. No traçador é realizado um acerto da máquina para o comprimento desejado, de modo a realizar a operação. As pranchas sao então movimentadas para as máquinas que irão realizar a operação de alinhar.

A operação de alinhar poderá ser efectuada em várias máquinas, sendo a mais comum a multiserra, quer pela velocidade, quer pela fiabilidade. Esta é previamente preparada com recurso a um sistema de posicionamento das lâminas, tendo a capacidade de efectuar dois cortes longitudinais ao mesmo tempo. Caso ainda não tenham sofrido a operação de traçar as réguas são transportadas para o traçador.

Depois de os componentes serem serrados (aproximadamente com as suas dimensões finais) são colocados em paletes ou carrinhos transportadores, pela ordem em que são produzidos. Assim que um carrinho transportador é considerado completo, é transportado para o centro de trabalho seguinte.

3.3.2 Centro de Serragem de Placa

No centro de serragem de placa são efectuadas as seguintes operações:

- Selecção de Placa – Esta operação consiste na selecção, de acordo com a ficha técnica, da placa a ser cortada do armazém de placas.
- Corte de Placas - Nesta operação procede-se ao corte de painéis de acordo com os desenhos dos componentes.

Como sucede no centro de serragem de madeiras para os componentes de madeira, o processo de produção de componentes de placa inicia-se neste centro de trabalho. As fichas técnicas de placa são entregues no centro de trabalho pelo encarregado, depois de terem sido separadas das de madeira. O operário organiza as fichas técnicas e planeia assim a sequência de produção dos componentes de placa. Este planeamento é semelhante ao descrito no centro de serragem de madeiras, sendo as fichas técnicas organizadas de acordo com as espessuras, e os componentes com maiores dimensões em primeiro lugar.

Depois deste planeamento inicial, o operário, com recurso a um empilhador, retira uma palete de placas do stock de placas e coloca-a num local próximo da máquina de serrar painéis. De seguida, pega numa placa e coloca-a na máquina de serrar painéis. Esta máquina é capaz de efectuar o corte vertical e horizontal, sem ser preciso retirar a placa. Com recurso a uma régua presente na máquina, esta é preparada de acordo com a ficha técnica. Os componentes são serrados com as dimensões aproximadas às do componente final.

À medida que estes vão sendo produzidos, vão sendo colocados numa palete ou carrinho transportador. Quando este se encontra completo, o lote é transportado para o centro de trabalho seguinte pelo operário.

3.3.3 Centro de Maquinação

No centro de maquinação efectuam-se as seguintes operações:

- Aplainar - Nesta operação, os componentes são aplainados numa face e num canto ou só numa face conforme se tratem de componentes direitos ou curvos respectivamente. Esta

operação é necessária para que os componentes possam ser maquinados nos processos seguintes.

- Desengrossar - Esta operação consiste no desengrosso dos componentes para que este fiquem com a espessura definida.
- Calibrar - A operação de calibrar tem as funções de definir a espessura de uma forma precisa e homogénea, e aumentar o grau de rugosidade da superfície eliminando qualquer película de gordura que este possa ter, atribuindo assim ao painel as propriedades necessárias para uma boa colagem.
- Galgar - Esta operação consiste no corte preciso no sentido longitudinal dos componentes para que estes fiquem com a largura definida.
- Topejar - Nesta operação, são serrados os topos aos componentes ficando a partir deste ponto com as suas dimensões finais.
- Moldurar, Perfilar e Rebaixar - Esta operação consiste na criação de molduras definidas nos componentes. Os componentes podem ser maquinados com diversas molduras, rebaixes, perfis e meio-fio.
- Furar - Nesta operação são criados os furos necessários à montagem dos subconjuntos, de acordo com as especificações dos mesmos.
- Folhear - Esta operação consiste em revestir as placas com folha pré-processada.
- Orlar - Nesta operação os cantos e os lados dos componentes são revestidos por orlas de folha de madeira ou de réguas de madeira.

Enquanto nos processos anteriores todos os componentes produzidos sofriam as mesmas operações, é no centro de maquinação que começam a surgir as diferenças na produção dos componentes. A partir da análise realizada na secção 3.1, foi possível perceber quais os principais componentes e assim descrever os seus circuitos de produção.

Para os diversos componentes, foram definidos seis circuitos principais. Estes circuitos são: circuito de painel de madeira, circuito de réguas de madeira, circuito de placa não folheada, circuito de placa folheada, circuito de placa folheada e orlada com orla de rolo e circuito de placa folheada e orlada com orla de madeira. Os circuitos de painel de madeira e de réguas de madeira utilizam madeira como matéria-prima principal, enquanto que os restantes utilizam placa e folha de madeira.

Nas secções seguintes são descritos os circuitos aqui definidos. No anexo B, estão ilustrados os diagramas de fluxo de operações e máquinas, assim como os diagramas *spaguetti* das várias sequências, de todos os circuitos descritos, cuja consulta é sugerida para acompanhar a leitura das secções seguintes.

3.3.3.1 Circuito de Painel de Madeira

Como dito anteriormente o painel de madeira é utilizado para a produção de componentes como almofadas ou costas. Um painel de madeira são várias réguas de madeira coladas de forma a originarem um painel de uma dimensão que não seria possível obter de forma natural.

Depois de as várias réguas terem sido traçadas no centro de serragem de madeiras, estas são entregues neste centro de trabalho.

As réguas já traçadas são alinhadas na multi-serra presente neste centro. Este é o único caso em que a operação de alinhar não é realizada no centro de serragem de madeiras. Depois são criadas as juntas na máquina de juntas. Esta operação consiste em fazer um corte longitudinal mais preciso que possibilite que as diferentes réguas possam ser coladas de modo a fazer painel. Depois de criadas as condições para colar as diferentes réguas, estas são desengrossadas para a mesma medida de espessura.

A seguir às réguas serem preparadas são então coladas na prensa a frio, ou prensa de painel. Os operadores colocam cola, com o auxílio de uma máquina de dar cola, e depois colocam as réguas com cola ordenadas na prensa a frio, até à medida pretendida do painel. A prensa depois pressiona o painel, acerta-o com o auxílio de um mecanismo, e roda para serem colocados mais painéis. Depois de uma volta completa, o painel sai colado. Depois de criado o painel, este segue uma sequência de maquinação de painel.

O painel já colado, é desengrossado à espessura especificada na ficha técnica, e segue para a galgadeira, que poderá ser substituída pela serra circular dupla ou a esquadrejadeira, dependendo do componente e das quantidades deste. Neste conjunto de máquinas os painéis são topejados e galgados, ficando a partir daqui com as dimensões finais. Se for necessário perfilar, a galgadeira também o poderá eventualmente fazer. Depois de topejar e galgar, os painéis são calibrados na calibradora, seguindo depois para o centro de CNCs. O centro de CNC poderá ser substituído pela tupia e pela multi-furadora, dependendo mais uma vez do numero de componentes a maquinar e se existe ou não o programa de CNC. Depois de toda a maquinação ser realizada nos componentes, estes são entregues no centro de pré-montagem.

3.3.3.2 Circuito de Componentes de Madeira

Neste circuito são produzidos praticamente todos os componentes de madeira, tais como travessas, consoeiras, guias, pés, prumos, etc.

Depois de as réguas serem serradas para, aproximadamente, as medidas finais no centro de serragem de madeiras, estas são transportadas para o centro de maquinagem de madeiras. A primeira operação a fazer é aplainar e é realizada na garlopa. A garlopa desgasta a régua de modo a ficar com uma face, ou canto, lisa. Todas as réguas de madeira sofrem esta operação, pois prepara as réguas para serem maquinadas nos processos seguintes. À medida que as réguas finalizam a operação, estas são acomodadas numa palete ou carro transportador. De seguida o lote é transportado para a molduradora ou para a máquina de desengrosso.

Na máquina de desengrosso, as réguas de madeira são desengrossadas de modo a ficarem com a espessura final do componente. A máquina exige um pequeno acerto, através de um comando digital, para a espessura desejada. As réguas também são desengrossadas em largura (ou galgadas) nesta operação, sendo apenas necessário rodar 90^{o} a régua.

A molduradora é uma máquina que é capaz de desempenhar várias operações simultâneo. Esta possui 9 àrvores em que podem ser montadas várias fresas e serras de modo a desempenharem várias operações. As réguas que passam nesta máquina sao desengrossadas e galgadas, podendo depois ser molduradas, perfiladas, rebaixadas e fazer meio-fio. Embora a molduradora tenha a capacidade de fazer várias operações, o tempo de *setup* e afinação da máquina é muito elevado, só compensando a sua utilização caso o lote de réguas com a mesma operação o justifique. Caso contrário, esta pode ser substituida pela máquina de densengrosso e a tupia, ou CNC.

Em ambas as operações, e consoante as réguas vão sendo maquinadas, estas são acomodadas numa palete ou carrinho transportador, que são depois transportados para a operação seguinte.

Neste ponto, os lotes poderão ser transportados para o centro de CNC, ou então para várias máquinas pertencentes a este centro. Esta decisão depende do número de réguas e do tipo de operações que estas irão sofrer.

A respigadora é uma máquina que pode efectuar as operações de topejar e furar ao mesmo tempo. No entanto, o número de peças a maquinar terá de compensar o *setup* e afinação necessária da máquina. No entanto esta máquina pode ser substituída pela serra circular dupla, ou a esquadrejadeira, para efectuar a operação de topejar. Ambas as máquinas têm um setup mais reduzido, fazendo no entanto apenas uma operação. A serra circular dupla pode fazer dois cortes ao mesmo tempo, e a esquadrejadeira apenas um. A operação de furar pode ser realizada pelo multifurador. Entre cada máquina as réguas vão sendo acomodadas em paletes, ou carrinhos transportadores, e transportadas em lotes para a máquina seguinte.

Depois deste ponto as réguas já possuem as medidas finais do componentes, e são transportadas para a tupia caso seja necessário criar molduras, perfis, rebaixes ou meio-fio.

Depois de todas as operações finalizadas, os componentes são entregues no centro de pré-montagem.

3.3.3.3 Circuito de Placa não Folheada

Neste circuito são produzidos componentes de placa não folheada tais como costas, prateleiras ou almofadas. A razão para estas placas não serem folheadas deve-se ao facto de no produto final serem pintadas ou então serem componentes interiores do móvel.

Depois das placas terem sido serradas no centro de serragem de placa, estas são entregues neste centro de trabalho. Todas as placas são primeiro calibradas, operação que ocorre na calibradora. Esta operação coloca as placas com a espessura desejada, deixando-as com uma superfície rugosa que irá ajudar a colar a folha nas placas. Embora neste circuito as placas não sejam folheadas, esta operação é necessária para colocar à espessura final.

De seguida, as placas irão efectuar as operações de galgar e topejar. Estas operações podem ocorrer em três máquinas distintas. A galgadeira efectua dois cortes ao mesmo tempo, e poderá

ainda rebaixar ou fazer meio-fio usando fresas. No entanto, esta máquina necessita de um tempo de *setup* e afinação e poderá não compensar para um número reduzido de réguas a maquinar. Sendo assim, poderá ser substituída pela serra circular dupla ou a esquadrejadeira.

Depois de galgadas e topejadas, as placas são entregues no centro de CNC. Se o número de componentes não justificar a afinação das CNC, então estas poderão ser substituídas pela tupia e multifurador, para realizarem as operações de moldurar, perfilar, rebaixar e furar.

Depois deste ponto, as placas já maquinadas são entregues no centro de pré-montagem, para serem montadas com outros componentes.

3.3.3.4 Circuito de Placa Folheada e não Orlada

A placa folheada e não orlada realiza uma sequência idêntica à sequência de placa não folheada com a diferença que depois de ser calibrada, a placa é entregue na linha de folheamento para ser folheada, seguindo depois o circuito da placa não folheada. No entanto, a placa já folheada necessita de voltar a ser calibrada antes de ser entregue no centro de CNC ou na tupia.

3.3.3.5 Circuito de Placa Folheada com Orla de Rolo

Esta sequência é idêntica à anterior, no entanto a placa para ser orlada necessita de ser entregue na orladora depois de ter sido folheada, seguindo depois o processo normal.

3.3.3.6 Circuito de Placa Folheada com Orla de Madeira

Devido à orla deste tipo de componente usar madeira, a sequência de maquinagem é um pouco diferente. A razão para tal é que as placas necessitam de ser orladas antes de serem folheadas, enquanto que na orla de rolo estas são folheadas e só então orladas. Depois de as placas terem sido calibradas, é necessário galgar e topejar as placas. Para tal, estas são entregues na galgadeira, que poderá ser substituída pela serra circular dupla ou esquadrejadeira, pelas razões apontadas anteriormente. De seguida, estas são entregues na orladora para serem orladas com madeira. Este processo é semelhante à orla de rolo. Depois as placas são entregues na linha de folheamento. As placas já orladas e folheadas são novamente topejadas e galagadas nas máquinas apontadas anteriormente. Depois as placas voltam a ser calibradas na calibradora e são entregues no centro de CNC para realizarem as operações de moldurar, perfilar, rebaixar e furar. O centro de CNC pode ser substituído pela tupia e pelo multi-furador. Por fim, estas são entregues no centro de pré-montagem, onde serão montadas em conjuntos e subconjuntos, juntamente com outros componentes.

3.3.3.7 Linha de Folheamento

Dentro do centro de maquinação existe uma linha de folheamento. A linha de folheamento é compostas por um conjunto de máquinas que possibilitam trabalhar, cozer e colar a folha de modo a originar as placas folheadas.

Depois de o operário receber os lotes de placas a folhear, de acordo com as especificações do desenho técnico, este prepara o trabalho para folhear as respectivas placas. Primeiro o operário desloca-se ao armazém de folha, localizado na entrada do centros de maquinagem, e selecciona o tipo de folha indicado. De seguida, e de acordo com as especificações do desenho técnico, este corta a folha em vários lances que permitam ser depois cozidos, de forma a folhear as placas. Este cortes são realizados com a guilhotina. Depois, os vários lances são casados, de forma a formar os padrões necessários. Esta operação depende da perícia do operário.

De seguida, os vários lances são cozidos conforme a ordem escolhida anteriormente. Esta operação é realizada com a máquina de cozer folha. Depois de as folhas serem coladas em lances maiores, estas são numeradas de forma às duas faces das placas serem visualmente parecidas. As placas respectivas de cada par de folha também são numeradas. Depois da preparação inicial do processo de folheamento as placas e as respectivas folhas são acomodadas numa palete e movimentadas para a prensa de colar a quente ou linha de folheamento. Na linha de folheamento, as placas são colocadas numa máquina de dar cola, e transportadas ao longo de um tapete de lâminas. Num tapete seguinte, sao dispostas várias folhas ao longo deste e colocadas por cima destas as placas já com cola. Depois são cobertas com a folha correspondente e movimentadas para a prensa de colar a quente. A prensa é então accionada e as folhas ficam a colar durante 5 minutos. Depois são movimentadas para o final do tapete e colocadas numa palete para seguirem o processo de maquinagem de placas.

3.3.4 Centro de CNC

No centro de CNC são efectuadas as operações de moldurar, perfilar, rabaixar e furar, descritas na secção do centro de maquinagem.

O centro de CNC é constituído por três CNC. Estas máquinas são assistidas por um computador, no qual se introduz um programa de maquinagem de cada componente. Os componentes são então dispostos na máquina, e são fixados através de um sistema de vácuo. Os operadores depois de receberem dos centros de maquinagem e pré-montagem os lotes de componentes, ou conjuntos, seleccionam qual o próximo lote a processar. De acordo com a referência do componente, ou conjunto, a maquinar este selecciona o programa de CNC a carregar. Caso o programa não exista por ser uma peça nova a maquinar, o operário programa-o no momento. O programa pode ser realizado de forma automática a partir da conversão de um ficheiro CAD (programa usado para o desenho técnico), ou então usando programas antigos de componentes semelhantes. Para tal, o operador fixa a peça no tabuleiro da CNC, usando o sistema de vácuo, e à medida que vai programando, confirma as medidas usando instrumentos de medição. Depois de terminar o programa e preparar a máquina o operário maquina o lote inteiro, sendo o número de peças maquinadas por ciclo de máquina dependente das dimensões da própria peça a maquinar. Dependendo da CNC, e da peça a maquinar, os tabuleiros poderão ser divididos em dois, sendo possível realizar a preparação do ciclo seguinte enquanto o ciclo actual decorre. Depois de maquinado o lote, o operador transporta este para um local que lhe pareça apropriado.

3.3.5 Centro de Pré-Montagem

No centro de pré-montagem são realizadas as operações de montagem dos vários componentes de acordo com os desenhos técnicos de conjuntos ou sub-conjuntos, com recurso a prensas hidráulicas.

Depois de os componentes serem maquinados estes aguardam num local próximo deste centro de trabalho. Quando todos os componentes que constituem um conjunto, ou subconjunto, estiverem maquinados pode-se então começar a operação de montagem. O operador, com recurso ao desenho técnico do conjunto ou subconjunto, prepara o próximo trabalho, seleccionando os diversos componentes dos carrinhos transportadores próximos do centro de pré-montagem. A prensa hidráulica é também preparada para que os conjuntos e subconjuntos montados possam ser colocados nesta. Seguindo o desenho técnico, o operador aplica cola e agrafos, montando os diversos componentes em conjuntos e subconjuntos. Depois de montado o conjunto, ou subconjunto, este é colocado na prensa hidráulica onde, com a pressão exercida pela prensa, a cola seca. À medida que os conjuntos e subconjuntos vão ficando prontos, este vão sendo colocados numa palete ou carrinho transportador. Deste centro de trabalho os conjuntos e subconjuntos podem ser entregues no centro de CNC para serem maquinados, ou então são entregues na montagem para serem montados no móvel em branco.

Capítulo 4

Análise do Processo Produtivo

Neste capítulo realiza-se a análise do processo produtivo. Com o objectivo estudar a situação actual da fárbica foram definidos vários indicadores. Primeiro foi realizado um estudo sobre o desperdício de matéria-prima na produção de móveis. De seguida foram analisados os tempos de produção de vários operadores. Depois foi realizado um estudo com o intuito de analisar sobre a utilização de espaço na área fabril. Por fim, foram analisados os fluxos dos componentes nos circuitos descritos no capítulo anterior, de forma a obter as distâncias percorridas por estes.

4.1 Análise de Desperdício de Material

Como descrito anteriormente, são utilizados três tipos de matéria-prima na empresa: madeiras maciças, placas e folhas de madeira. Após uma análise aos processos de serragem e escolha das várias matérias-primas, observou-se que o desperdício apenas era significativo nas madeiras maciças. Isto deve-se ao facto de apenas esta matéria-prima ser de origem natural e não controlada. As placas de MDF, aglomerado ou contraplacado sao produzidas industrialmente e sujeitas a testes de qualidade, pelo que não apresentam defeitos. O mesmo sucede com a folha de madeira. Devido também à sua forma geométrica e à forma como o processo é executado pelos operadores, o corte de ambas as matérias-primas não produz desperdício significativo. Por estas razões, o estudo de desperdício de matéria-prima foi incidente no centro de serragem de madeiras.

Sendo a madeira uma matéria-prima natural, e devido às suas características estruturais, esta apresenta diversos defeitos que afectam a produção de móveis. Durante o estudo realizado foram observados os seguintes defeitos:

- Nodosidade - Nós de ramificações no interior do tronco. Origina secções de pranchas que não podem ser usadas em alguns componentes.

- Encanoamento, Encorvamento ou Arqueamento - Devido ao excesso de humidade da madeira e às suas características estruturais, as pranchas de madeira poderão sofrer deformações durante maquinagem. A humidade da madeira deverá estar compreendida entre 11-12%.

- Fendas e Rachas - Fendas e rachas nas pranchas de madeira, impede que estas sejam utilizadas em certos componentes.

- Furos de Insectos - Furos de Insectos, activos ou inactivos, origina a rejeição da secção afectada.

- Manchas - A presença de manchas nas pranchas de madeira impedem que estas sejam utilizadas em certos componentes.

Estes defeitos contribuem para a rejeição de secções de pranchas de madeira, aumentando assim o desperdício de matéria-prima.

Além dos defeitos apontados, o próprio processo de serragem e maquinação de madeira também origina gastos de matéria-prima que não é aproveitada para a produção de móveis. Da maquinação da madeira resultam dois sub-produtos, pedaços de madeira que são vendidos como lenha, e serrim que é aspirado por um sistema de aspiração da fábrica e usado para produzir briquetes, através de um sistema de prensagem presente na fábrica.

Para o estudo realizado, foram contabilizadas as medidas finais dos vários componentes a produzir e a medida da pranchas que eram utilizadas para produzir esses mesmos componentes. As pranchas que eram utilizadas foram medidas utilizando o método usado em serrações, medindo o seu comprimento e largura no meio da prancha. Para o cálculo da madeira gasta na maquinação, utilizou-se as medidas dos componentes finais descritos no desenho técnico, e acrescentou-se para cada componente 20mm de comprimento, 10mm de largura e 5mm de espessura, que são os valores usados na serragem de componentes de madeira. Na figura 4.1 seguinte mostra-se os resultados calculados a partir das tabelas apresentadas no anexo C, resultantes de quatro dias de medições.

A partir dos dados recolhidos pode-se observar que apenas cerca de 50% da madeira é utilizada no móvel final. O restante é divido entre gastos provenientes do processo de maquinagem e desperdícios por defeitos na madeira.

Os defeitos da madeira, além de originarem desperdícios de matéria-prima, originam também outros tipos de desperdício no processo. Com uma madeira de pior qualidade o operador necessita de mais tempo para escolher uma prancha adequada, origina retrabalho caso a régua sofra alterações durante a maquinagem que impossibilitem o seu uso e a necessidade de voltar a serrar o componente. Conclui-se assim que madeira de fraca qualidade origina diversos tipos de desperdícios que poderão não compensar o facto desta ter um custo mais reduzido.

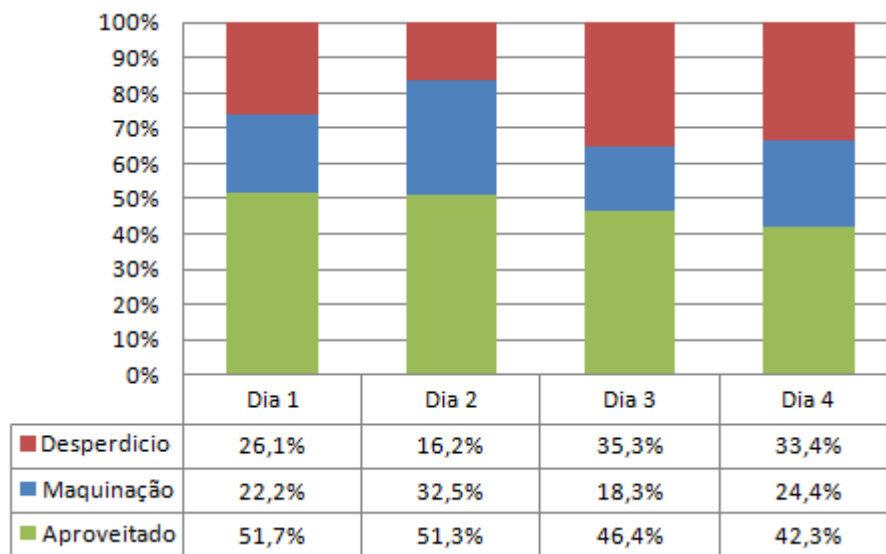



Figura 4.1: Percentagens da análise de uso de madeira

4.2 Análise de Tempos de Produção

De forma a analisar os vários tempos despendidos nos processos fabris, foi efectuado um estudo dos tempos de produção. Com base na observação, foram definidos 5 tipos diferentes com base nos 7 tipos de desperdícios definidos por Ohno.

- Deslocação - As deslocações para fora do local de trabalho são resultantes de vários problemas, tais como a procura de trabalho, erros de projecto e defeitos de componentes.

- Movimentação - A movimentação é resultante da movimentação de lotes para o local de trabalho, e de lotes para o local de trabalho seguinte.

- Preparação - Os tempos de preparação são resultantes das operações de preparação necessárias para o início da execução de um trabalho.

- *Setup* - Os tempos de *setup* são resultantes das operações necessárias para a realização de um *setup* de máquina.

- Operação - Os tempos de laboração são resultantes das operações de trabalho. No entanto, este tempo não acrescenta na sua totalidade valor ao produto, existindo desperdícios na própria execução do trabalho.

A partir da definição dos tipos de tempos, foi realizado um estudo de modo a recolher os respectivos dados. Para tal foram criadas fichas de análise, presentes no anexo D. Realizou-se a análise a onze operários, em diferentes postos de trabalho. Desta análise resultaram os dados apresentados na figura 4.2.

	Operador 1	Operador 2	Operador 3	Operador 4	Operador 5	Operador 6	Operador 7	Operador 8	Operador 9	Operador 10	Operador 11
Operação	56%	68%	60%	30%	70%	69%	75%	64%	68%	55%	62%
Setup	18%	16%	19%	40%	0%	3%	0%	6%	3%	0%	0%
Preparação	6%	11%	9%	9%	22%	24%	8%	17%	6%	25%	21%
Movimentação	11%	3%	9%	1%	2%	3%	16%	10%	10%	13%	12%
Deslocação	9%	2%	3%	21%	6%	1%	1%	3%	13%	7%	5%

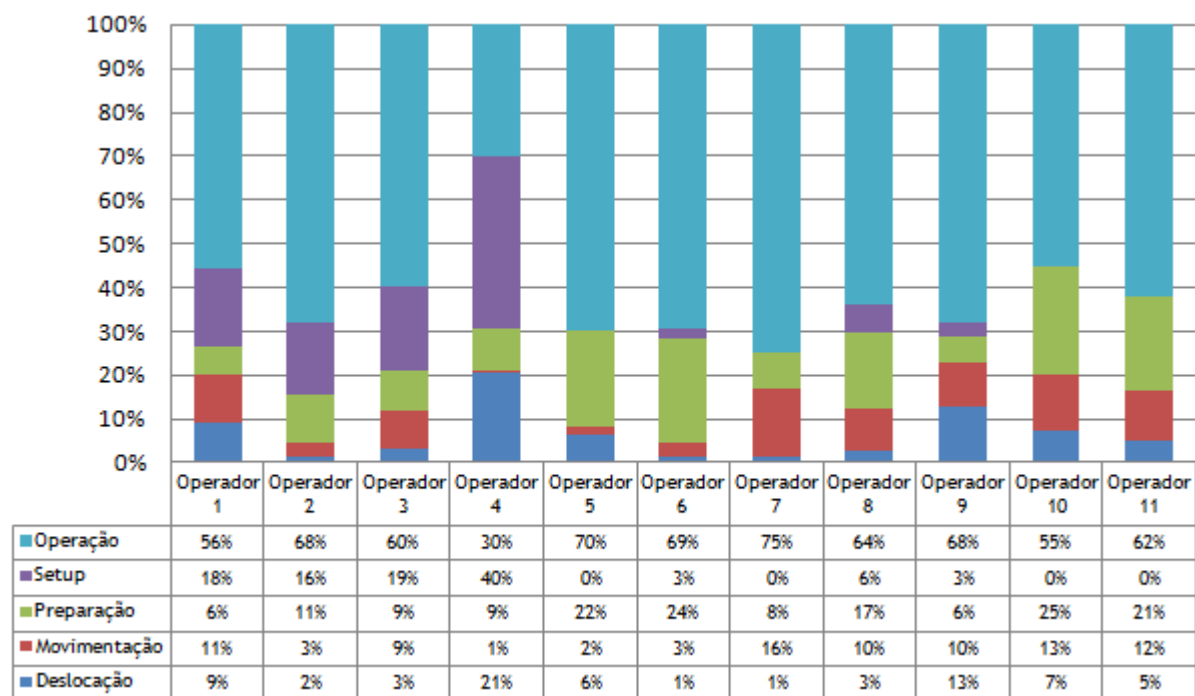



Figura 4.2: Percentagens da análise de tempos

Dependendo do posto de cada operário, e das máquinas que estes operam, existe uma variação nos diversos tempos analisados. O tempo de *setup* é o que mais varia, sendo este em alguns casos zero ou no caso do operador 4 cerca de 40%. No entanto pode-se observar que nos restantes casos o tempo despendido em operação é aproximadamente semalhante, variando entre os 56% e os 75%.

O tempo despendido em actividades que não acrescentam valor, cerca de 30% a 40%, pode ser melhorado criando planeamento mais detalhado, organizando e controlando melhor a produção.

4.3 Análise de Espaço

A gestão e organização de espaço fabril na empresa é um dos maiores problemas e dos que se percebe por simples observação. A existência de móveis em branco, componentes com defeitos e excessos de produção, é normal por toda a fábrica. Como tal, achou-se importante realizar uma análise de espaço utilizado, de forma a perceber qual o impacto desta situação na organização do espaço fabril.

Para a realização deste estudo foram definidos várias áreas no espaço fabril.

1. Stock de Madeira - Espaço reservado ao stock de madeira no estado de matéria-prima.
2. Stock de Placa - Espaço reservado ao stock de placa no estado de matéria-prima.
3. Stock de Folha - Espaço reservado ao stock de folha no estado de matéria-prima.

4. Stock de Produto em Branco - Espaço reservado para stock de móveis em branco e componentes.

5. Máquinas - Espaço ocupado por máquinas necessárias à produção de móveis.

6. Lixo - Espaço ocupado por máquinas fora de uso, componentes com defeitos, excessos de produção e lixo variado.

7. Espaço disponível - Espaço necessário para a realização das operações e espaço restante da análise.

No espaço fabril foram medidos os vários tipos de espaços e foram representados no layout presente no anexo E. Desta representaçao foram retiradas as áreas ocupadas pelos vários tipos de espaços definidos. A tabela 4.1 e a figura 4.3 mostram os resultados obtidos da análise.

Tabela 4.1: Análise de Áreas

Espaços	Áreas (m^2)	Percentagens (%)
1. Stock Madeira	117,1	3,8%
2. Stock Placa	27,8	0,9%
3. Stock Folha	12,1	0,4%
4. Stock de Produto em Branco	756,5	24,6%
5. Máquinas	382,8	12,5%
6. Lixo	423,9	13,8%
7. Espaço Disponível	1349,4	44,0%
Total	3069,6	100,0%

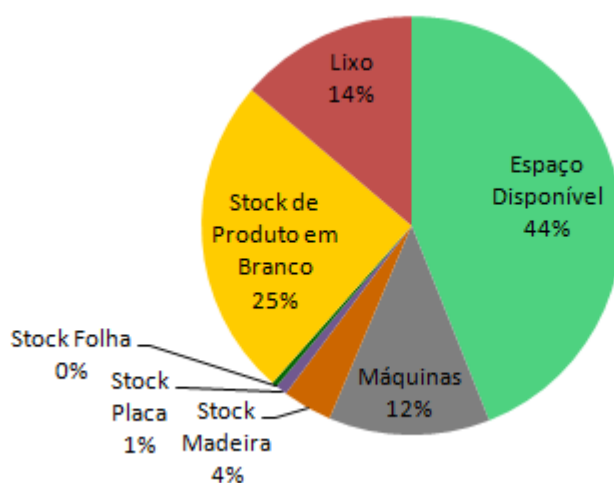



Figura 4.3: Gráfico da Análise de Espaço

Como se pode observar nos dados recolhidos na análise, a área ocupada por lixo é elevada, sendo superior à área ocupada pelas máquinas. Esta situação resulta na desorganização do espaço fabril referido anteriormente. Na figura 4.4 estão alguns exemplos do lixo presente na produção.

Figura 4.4: Exemplos de Lixo na Produção

4.4 Análise do Fluxo de Componentes

Depois de se ter descrito no capítulo 3 os vários circuitos e sequências de produção, realizou-se uma análise das distâncias percorridas pelos lotes de componentes nos centros descritos, usando os diagramas spaguetti apresentados no anexo B. Utilizando o desenho técnico do *layout* à escala, foi possível medir o tamanho de cada circuito descrito. Estes deslocamentos servem como indicadores da organização actual do *layout* da fábrica, de modo a se comparar com os resultados obtidos após uma alteração de *layout*.

Os resultados obtidos para os centros de serragem de madeira e serragem de placa estão indicados nas tabelas 4.2 e 4.3. Para o centro de maquinação foram definidos seis circuitos, cujos resultados para as respectivas sequências estão indicados nas tabelas 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8 e 4.9.

No caso dos circuitos de maquinação, pode-se observar que os deslocamentos são bastante elevados, sendo o comprimento deste centro apenas de 85 metros. Estes valores são devidos à localização e distanciamento de certas máquinas que, em determinadas sequências, os deslocamentos chegam a ser cerca de 4 vezes o comprimento desta secção.

No caso do circuito de painel, no centro de maquinação, os valores elevados devem-se essencialmente à localização das máquinas responsáveis pela criação de painel e máquinas responsáveis pelas operações de galgar e topejar, como descrito no capítulo 3.

Nos circuitos de placa, a localização das máquinas responsáveis por galgar e topejar, como a galgadeira, serra circular e esquadrejadeira, são os principais contribuintes para estes valores.

A localização da tupia e multi-furador face às máquinas responsáveis por galgar e topejar, contribui para um aumento destes valores no circuito de componentes de madeira.

Tabela 4.2: Análise de Deslocamento de Componentes - Centro de Serragem de Madeira

Sequência	**Deslocamentos (m)**
1	47,4
2	51,0
3	85,3
4	62,9

Tabela 4.3: Análise de Deslocamento de Componentes - Centro de Serragem de Placa

Sequência	**Deslocamentos (m)**
1	50,4

Tabela 4.4: Análise de Deslocamento de Componentes - Circuito de Componentes de Madeira

Sequência	**Deslocamentos (m)**
1	109,3
2	133,3
3	192,0
4	187,8
5	107,4
6	131,4
7	190,1
8	185,9

Tabela 4.5: Análise de Deslocamento de Componentes - Circuito de Componentes de Painel de Madeira

Sequência	**Deslocamentos (m)**
1	214,5
2	234,2
3	236,3
4	255,9
5	254,0
6	273,6

Tabela 4.6: Análise de Deslocamento de Componentes - Circuito de Placa não Folheada

Sequência	**Deslocamentos (m)**
1	104,8
2	127,0
3	127,2
4	149,4
5	135,5
6	157,7

Tabela 4.7: Análise de Deslocamento de Componentes - Circuito de Placa Folheada

Sequência	**Deslocamentos (m)**
1	210,1
2	232,7
3	230,8
4	253,4
5	252,8
6	275,4

Tabela 4.8: Análise de Deslocamento de Componentes - Circuito de Placa Folheada com Orla de Rolo

Sequência	**Deslocamentos (m)**
1	212,5
2	235,1
3	234,4
4	257,0
5	255,7
6	278,3

Tabela 4.9: Análise de Deslocamento de Componentes - Circuito de Placa Folheada com Orla de Madeira

Sequência	**Deslocamentos (m)**
1	223,5
2	246,1
3	273,9
4	296,5
5	299,8
6	322,4

Capítulo 5

Plano de Acções

Depois de realizada a descrição do processo de fabrico, e análise dos diversos indicadores, elaborou-se um estudo de oportunidades de melhoria e respectivo plano de acção, visando a redução de desperdícios nas actividades de produção e pré-montagem dos móveis. São ainda analisados os resultados obtidos da alteração de layout a nível de deslocamentos.

Da análise realizada no capitulo 4, e da identificação dos diversos problemas, foi elaborado um plano de acção com base no pensamento Lean e nas diversas ferramentas que este oferece. As principais ferramentas que foram sugeridas são:

- Metodologia 5S - Limpar, organizar e conseguir um maior e melhor aproveitamento de espaço.

- Células de Produção - Reduzir as movimentações de lotes de componentes, promover o trabalho de equipa e obter um layout mais eficiênte.

- Controle Visual - Melhor controle de produção, identificar os lotes de componentes e reduzir os tempos de procura de componentes em falta.

5.1 Metodologia 5S

A partir da análise de espaço do capítulo 4, tornou-se absolutamente prioritário a aplicação da metodologia 5S. A aplicação desta metodologia irá resultar numa limpeza e organização do espaço fabril, de modo a ser possível uma alteração de layout e a criação de gestão visual nos vários postos de trabalho ao longo da produção.

Dada a desorganização geral de todo o espaço fabril, esta proposta deverá ser implementada em toda a fábrica sendo para isso necessário várias fases de implementação.

A primeira fase será a sensibilização de todos os colaboradores da empresa, para que percebam a importância de um espaço limpo e organizado, e as vantagens que trará na realização de um trabalho com maior eficiência e segurança, aumentando assim os níveis de produtividade, qualidade e motivação.

A segunda fase será a aplicação da própria metodologia. Seguindo o estudo realizado no capítulo 2, a metodologia é dividida em 5 passos: triar, organizar, limpar, normalizar e sustentar.

Triar

Nesta fase é necessário criar equipas para a aplicação do primeiro passo. Uma equipa composta por o director de produção, o encarregado e um operário da secção a actuar é suficiente para a identificação dos items a eliminar ou organizar. O método de etiquetas vermelhas facilita o processo de triagem, permitindo uma clara identificação e qual a acção necessária para os diversos items seleccionados. Para tal foi desenvolvida uma etiqueta vermelha que se adaptasse à fábrica.

PLANO 5S ambitat | ETIQUETA VERMELHA | Nº

INFORMAÇÃO GERAL

Data:__/__/____ Marcado por:________________

Hora:__:__ Localização:________________

IDENTIFICAÇÃO

☐ Componente ☐ Ferramenta Nome do Item:__________

☐ Movél ☐ Máquina Referência:__________

☐ Molde ☐ Outro:__________ Quantidade:__________

RAZÃO

☐ Não Necessário ☐ Excesso de Produção ☐ Outra:__________

☐ Obsoleto ☐ Lixo

☐ Defeituoso

ACÇÃO

☐ Mover para Lixo ☐ Outra:__________

☐ Mover para Armazem

☐ Mover para Zona de E.V.

☐ Mover para Armazenamento de:__________

OBSERVAÇÕES

Figura 5.1: Etiqueta Vermelha - Ambitat

Organizar

Depois de terem sido retirados todos os items que não pertencem à actividade de produção do chão-de-fábrica, é necessário organizar cada espaço. Neste ponto é necessário organizar o espaço, ferramentas e peças necessárias à produção e *setup* de máquinas.

Para a organização de espaço devem ser criadas zonas com objectivos específicos, podendo-se

usar marcadores no chão, placas informativas, entre outros. A proposta de alteração da organização do espaço fabril é efectuada na secção de alteração de *layout*.

Limpar

Depois de se ter organizado todos os espaços, o passo seguinte será limpar e criar condições para que se proceda à limpeza. Para tal, sugere-se a criação de carrinhos de limpeza, que contenham o items necessários à operação.

Normalizar

A fase de normalização é de grande importância, pois irá criar condições e procedimentos para que o chão-de-fábrica não volte ao estado inicial. Para tal deve ser criado um quadro colocado em cada centro, com uma *checklist* das diversas zonas a que se deve ter em atenção nesse centro.

Sustentar

Nesta fase devem ser criadas condições para a sustentabilidade da aplicação dos 5S. O encorajamento dos operários para a realização das tarefas de limpeza, dar a entender aos encarregados a importância desta metodologia e a realização de auditorias ao estado do chão-de-fábrica e se os procedimentos estão a ser cumpridos, são os pontos importantes a ter nesta fase.

5.2 Alteração de *Layout*

A partir da análise de *layout* realizada no capitulo 4, pode-se observar que este poderá sofrer várias melhorias. As melhorias propostas irão alterar todo o *layout* da produção de componentes, de forma a melhorar os transportes e a eficiência da produção. São sugeridas a criação de várias células, espaços de armazenamento intermédio de componentes e a transferência de operações entre centros.

5.2.1 Centro de Serragem de Madeiras

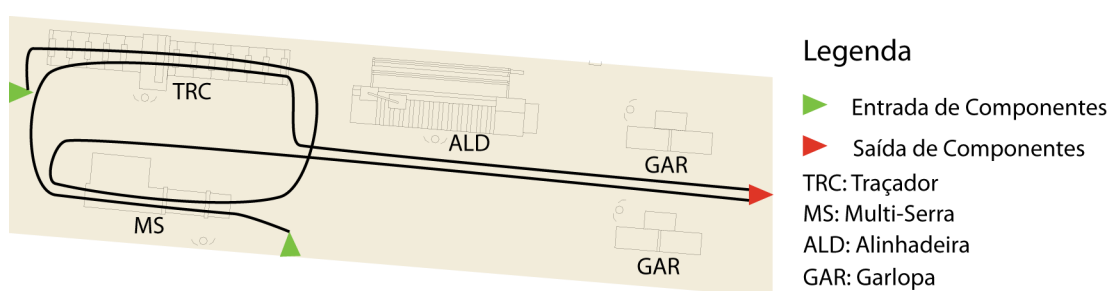



Figura 5.2: Novo Layout - Centro de Serragem de Madeira

No centro de serragem de madeira a disposição das máquinas é correcta caso a sequência de operações seja traçar-alinhar. No entanto isto nem sempre se sucede. Como tal sugere-se uma alteração para um novo *layout*, ilustrado na figura 5.2.

Devido às principais sequências usarem o traçador e a multi-serra, alterou-se a posição do traçador e da multi-serra, criando um fluxo em U entre estas máquinas, como se pode observar

na figura. Este *layout* reduz a movimentação de componentes dentro do centro de serragem de madeiras e promove o fluxo unitário de componentes entre as duas máquinas principais.

Uma outra alteração de *layout* deve-se à transferência da operação aplainar para este centro de trabalho. Esta sugestão é motivada pela necessidade de todos os componentes de madeira serem aplainados, incluindo-se esta operação neste centro e assim aumentando o espaço no centro de maquinação de madeiras.

5.2.2 Centro de Serragem de Placas

Neste centro não é alterada a posição da serra de painéis. No entanto sugere-se a inclusão da operação calibrar com a transferência de uma calibradora do centro de maquinação de placas. O motivo da alteração deve-se ao facto desta operação ser necessária em todos os componentes de placa, tal como sucede com a operação aplainar no caso dos componentes de madeira. A figura 5.3 ilustra o novo *layout* para este centro.

Figura 5.3: Novo Layout - Centro de Serragem de Placa

5.2.3 Centro de Maquinação

Como se pode observar no anexo A, o chão-de-fábrica está organizado em centros de trabalho, ou *job-shop*, com as máquinas organizadas por função ao longo do espaço fabril. Este *layout* não se encontra adequado à realidade actual da empresa, operando com volumes de lotes baixos e muita variedade. Como tal, é sugerida a criação de várias células, responsáveis pela maquinação de diferentes famílias de produtos.

Neste sentido é proposto um *layout* mais adequado, capaz de responder com eficiência a diversidade de componentes e de operações. Propõe-se a criação de centros de trabalho e células de produção, alterando a posição destas, de modo a reduzir as movimentações de componentes e organizar de forma mais eficiente a produção.

5.2.3.1 Célula de Painel

No circuito de painel de madeira, pode-se observar que as operações de criação de painel podem ser separadas das operações de maquinação. Como tal, é sugerido criar uma célula responsável pela criação de painel. Esta célula é composta pelas seguintes máquinas: Multi-serra, Máquina de Juntas, Máquina de Desengrosso e Prensa de Painéis. Desta forma, o painel já entrará no centro de maquinação definido anteriormente como uma matéria-prima igual à placa.

Depois de se ter libertado o espaço ocupado pelo lixo definido na análise de espaço do capítulo anterior, consegue-se deslocar as máquinas responsáveis pela criação de painel para a zona do armazém. Com o espaço disponível foi possível criar uma célula de produção, reduzindo assim a movimentação de componentes ao longo do processo de criação de painel. Esta organização também possibilita o fluxo unitário de peças, reduzindo assim o tamanho dos lotes em produção. A figura 5.4, ilustra a célula de produção proposta.

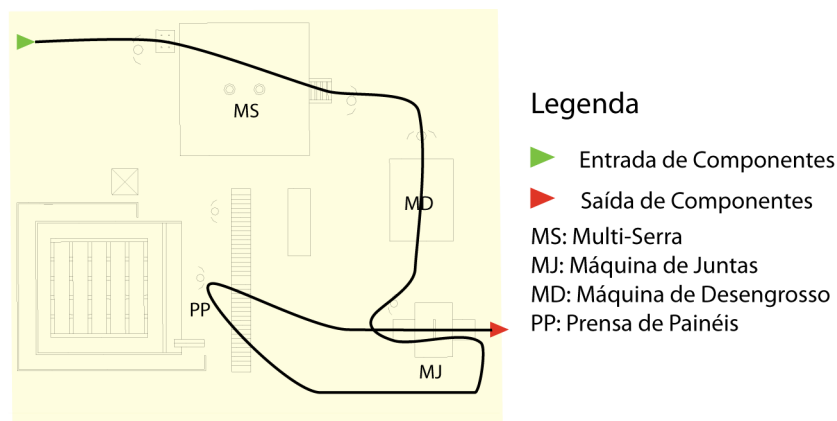



Figura 5.4: Novo Layout - Célula de Painel

5.2.3.2 Centro de Desengrosso

Neste centro não existe uma alteração de *layout*, sendo apenas este deslocado para montante da produção. Isto é apenas possível devido à libertação de espaço por parte das máquinas presentes na célula de painel.

Devido aos componentes poderem ser entregues no centro de CNC ou no centro de maquinação (definido posteriormente), optou-se por criar este centro apenas com a máquina de desengrosso e molduradora. Criou-se também um espaço reservado ao stock intermédio de lotes provenientes do centro de serragem de madeiras, de modo a acomodar os lotes que serão maquinados neste centro. A figura 5.5 ilustra o centro de desengrosso.

5.2.3.3 Célula de Maquinação

Como se pode observar no *layout* descrito no capítulo 3, depois de os componentes serem desengrossados estes podem seguir para a tupia ou CNC's. No caso de seguirem para a tupia,

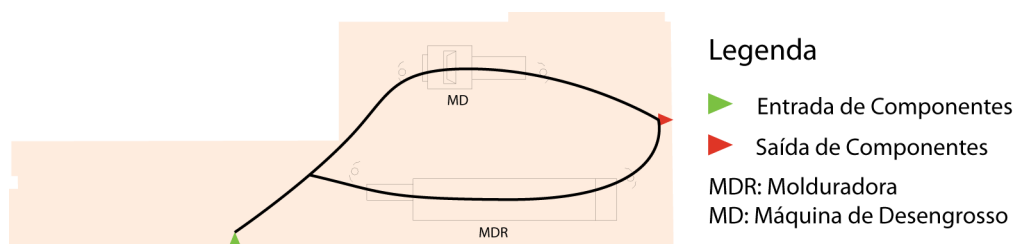



Figura 5.5: Novo Layout - Centro de Desengrosso

observa-se que existe uma grande movimentação entre diferentes máquinas, sendo um exemplo disto a sequência entre a tupia, a serra circular e o multi-furador. Como tal, sugere-se a criação de uma célula de produção, que inclua as diferentes operações e máquinas. Foi escolhido um *layout* em U, de modo a reduzir as movimentações e possibilitar o fluxo unitário. A figura 5.6 ilustra a célula de maquinação proposta.

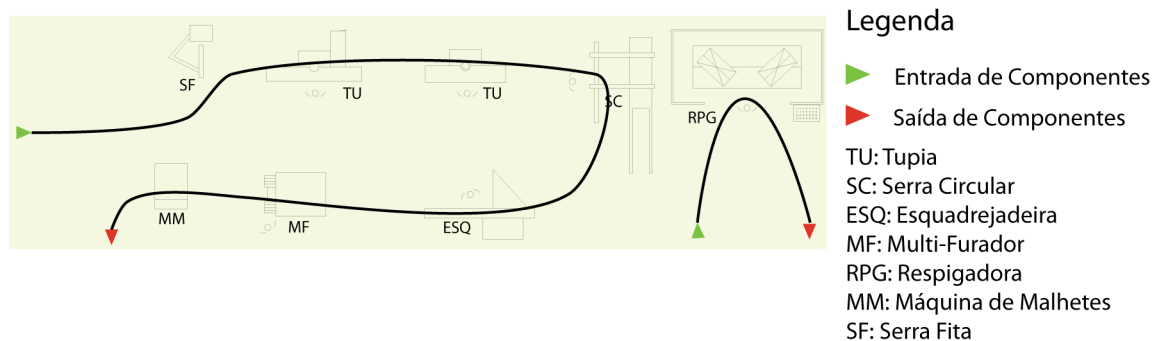



Figura 5.6: Novo Layout - Célula de Maquinação

Devido à restrição de espaço, e ao facto da respigadora só ser usada em lotes de grande dimensão, esta foi colocada à parte da célula em U. No entanto, esta opção facilita a organização do trabalho, existindo um espaço próprio para stock de componentes a serem maquinados na respigadora.

5.2.3.4 Célula de Folheamento

Da linha de folheamento actual, foi criada uma célula de folheamento. Para tal, foram alteradas as posições da guilhotina e da máquina de cozer, conforme ilustrado na figura 5.7. Foi também deslocado o stock de folha da saida do armazém para um local mais próximo da guilhotina. Desta forma, obtém-se um fluxo de componentes necessários para a operação de folhear em U. Os componentes provenientes de outros centros são acomodados no espaço destinado a stock. Dentro da célula as folhas são preparadas de acordo com as placas a folhear, sendo posteriormente colocadas junto com as respectivas placas, no início da linha de folheamento. O objectivo deste novo *layout* é reduzir as movimentações dos componentes e dos operários, em todas operações necessárias ao folheamento das placas.

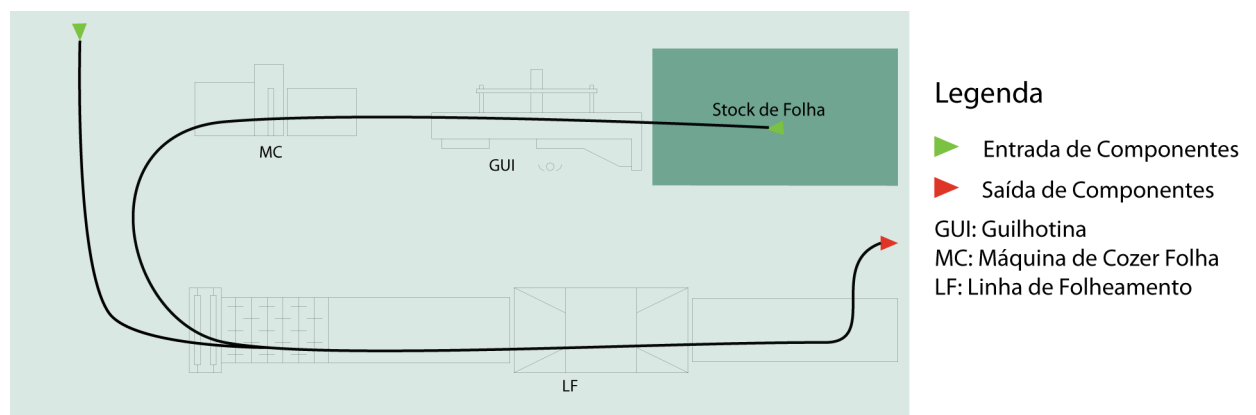



Figura 5.7: Novo Layout - Célula de Folheamento

5.2.3.5 Centro de Galgar e Topejar

As operações de galgar e topejar placa e painel foram incluídas neste centro, localizado a seguir à célula de folheamento. A opção de separar este centro dos restantes deve-se ao facto da ordem destas operações se alterar nos diversos circuitos. Neste centro além de se aproximar as máquinas responsáveis por estar operações, foi também possível criar um espaço de stock próprio. O novo *layout* reduz as movimentações de lotes, além de possibilitar uma melhor organização e controlo da produção. Este centro é ilustrado na figura 5.8.

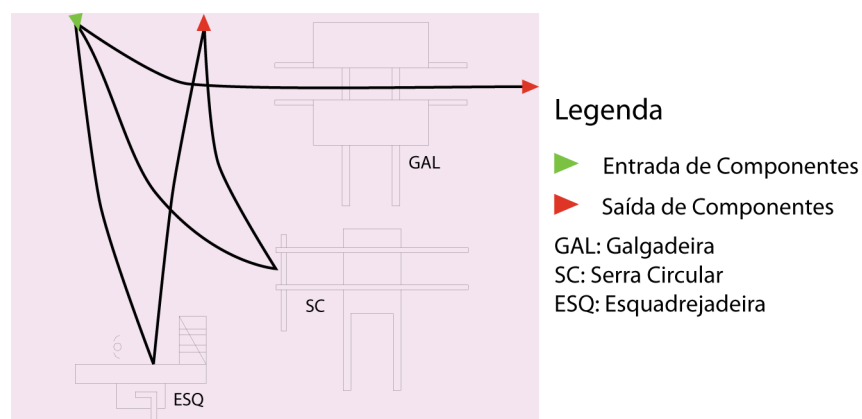



Figura 5.8: Novo Layout - Centro de Galgar e Topejar

5.2.4 Centro de CNC

Devido ao aumento de espaço neste centro pela deslocação da calibradora e esquadrejadeira, foi possível juntar as três CNCs no mesmo espaço, criando ao mesmo tempo uma zona de stock para cada uma das CNC. A figura 5.9 ilustra o novo centro de CNC.

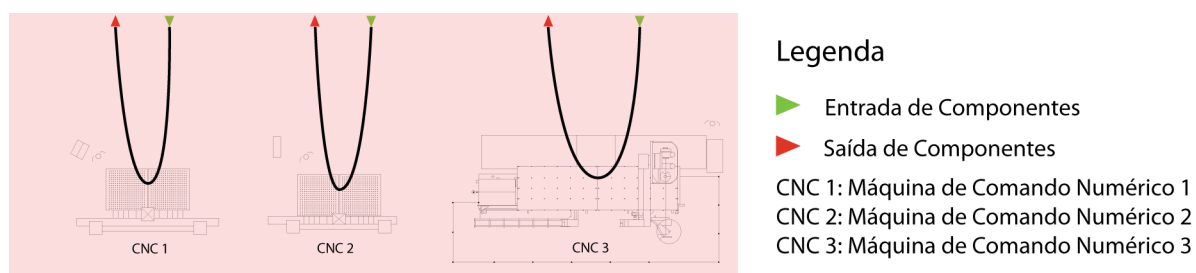



Figura 5.9: Novo Layout - Centro de CNC

5.2.5 Centro de Pré-montagem

A alteração de layout do centro de pré-montagem actual consiste na adição de todas as prensas responsáveis por pré-montagem no processo. Assim sendo, são adicionadas mais duas prensas hidráulicas e uma prensa de montar gavetas a este centro. Desta forma pode-se criar uma maior equipa de operários, que se entreajudam e capaz de responder com eficácia à operação de pré-montagem. Além da inclusão destas máquinas, foi também criado um espaço de stock em frente a este centro, em que se poderá armazenar todos os lotes que aguardam outros componentes para que seja realizada a operação de pré-montagem. Este espaço possibilita uma melhor organização e controlo desta operação. Este centro encontra-se ilustrado na figura 5.10.

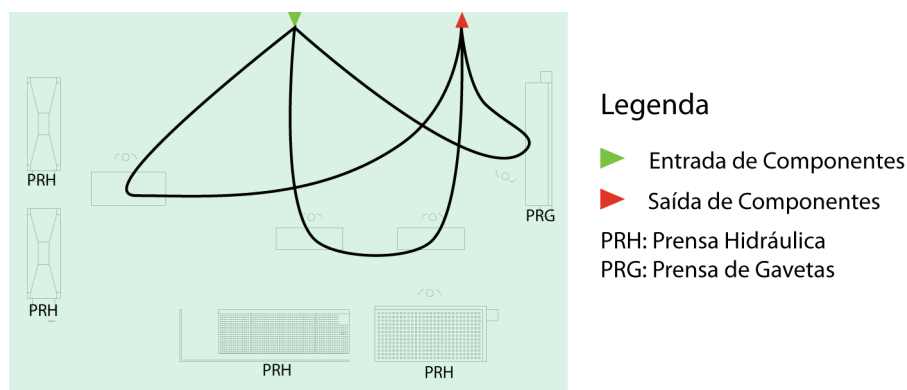



Figura 5.10: Novo Layout - Centro de Pré-Montagem

5.2.6 Outra Células

Depois de se ter organizado os centros e células responsáveis pelas principais operações, foi necessário criar mais dois centros de trabalho, um centro de operações esporádicas e um centro de tratamento de resíduos.

O centro de operações esporádicas é responsável por realizar operações não presentes no processo comum da fábrica. Poderão ser operações de curvar madeira e placa, de torno.

O centro de tratamento de resíduos foi incluído no armazém, e é responsável pela o tratamento de resíduos da produção, de madeira e placa, e pela produção de briquetes.

5.2.7 Resultados

Depois de se ter modelizado o novo layout da fábrica, foram utilizadas as mesmas sequências de produção descritas no capitulo 3 e retirados os valores dos deslocamentos para o novo *layout*. Utilizando os valores dos deslocamentos analisados no capítulo 4, realizou-se uma comparação com os novos obtidos. Nas tabelas seguintes estão indicados os valores obtidos, assim como uma comparação por cada centro e circuito. É também indicado qual o ganho obtido face ao *layout* anterior. No final de cada tabela é indicado os resultados para o total de cada combinação das diferentes sequências que ocorrem na produção dos diferentes componentes.

Circuito de Componentes de Madeira

Os componentes de madeira passam pelo centro de serragem de madeiras e pelo centro de maquinação, utilizando o circuito de componentes de madeira.

Com o novo *layout*, no centro de serragem de madeiras teremos vantagens e desvantagens como se pode observar nos dados indicados na tabela 5.1. A alteração da posição da multi-serra originou que o deslocamento dos componentes da primeira sequência, traçador - multi-serra, aumentasse 15 metros ou 31,7% face à situação anterior. A alteração da posição da alinhadeira também originou que a sequência 4, alinhadeira - traçador, aumentasse 12 metros ou 17,9% face à situação anterior. No entanto, a sequência 2 e 3 obtiveram uma melhoria de 3,7% e 25,6%, respectivamente. De referir também que a introdução da operação aplainar neste centro aumenta o valor dos deslocamentos, para este centro, mas reduz espaço e deslocações no centro de maquinação, resultando assim numa melhoria no global.

No centro de maquinação pode-se observar que se obteve melhorias em todos as sequências, sendo as melhorias das sequências 2, 3, 4, 6, 7 e 8 acima dos 50%. Isto é deve-se à criação da célula de maquinação e posicionamento desta a seguir ao centro de desengrosso, melhorando assim o fluxo de componentes de madeira.

Na análise dos totais, observa-se que todas as sequências sofreram melhorias face à situação anterior, mesmo com um aumento de deslocamentos no centro de serragem de madeira para as sequências 1 e 4.

Tabela 5.1: Resultados do Circuito de Componentes de Madeira

Centro de Serragem de Madeiras				Circuito de Componentes de Madeira				Totais		
Sequência	Deslocamentos (m)			Sequência	Deslocamentos (m)			Deslocamentos (m)		
	Antigo	Novo	Ganho		Antigo	Novo	Ganho	Antigo	Novo	Ganho
1	47,4	62,4	-31,7%	1	109,3	100,6	8,0%	156,7	147,9	5,6%
				2	133,3	62,4	53,2%	180,7	109,7	39,3%
				3	192,0	80,3	58,2%	239,4	127,7	46,7%
				4	187,8	72,6	61,3%	235,1	120,0	49,0%
				5	107,4	100,2	6,8%	154,8	147,6	4,7%
				6	131,4	62,0	52,8%	178,8	109,4	38,8%
				7	190,1	79,9	58,0%	237,5	127,3	46,4%
				8	185,9	72,3	61,1%	233,3	119,6	48,7%
2	51,0	49,1	3,7%	1	109,3	100,6	8,0%	160,3	151,6	5,5%
				2	133,3	62,4	53,2%	184,3	113,4	38,5%
				3	192,0	80,3	58,2%	243,0	131,3	46,0%
				4	187,8	72,6	61,3%	238,8	123,6	48,2%
				5	107,4	100,2	6,8%	158,5	151,2	4,6%
				6	131,4	62,0	52,8%	182,4	113,0	38,1%
				7	190,1	79,9	58,0%	241,1	130,9	45,7%
				8	185,9	72,3	61,1%	236,9	123,3	48,0%
3	85,3	63,5	25,6%	1	109,3	100,6	8,0%	194,7	185,9	4,5%
				2	133,3	62,4	53,2%	218,7	147,7	32,5%
				3	192,0	80,3	58,2%	277,3	165,6	40,3%
				4	187,8	72,6	61,3%	273,1	158,0	42,2%
				5	107,4	100,2	6,8%	192,8	185,5	3,8%
				6	131,4	62,0	52,8%	216,8	147,3	32,0%
				7	190,1	79,9	58,0%	275,5	165,3	40,0%
				8	185,9	72,3	61,1%	271,2	157,6	41,9%
4	62,9	74,1	-17,9%	1	109,3	100,6	8,0%	172,2	163,5	5,1%
				2	133,3	62,4	53,2%	196,2	125,3	36,2%
				3	192,0	80,3	58,2%	254,9	143,2	43,8%
				4	187,8	72,6	61,3%	250,7	135,6	45,9%
				5	107,4	100,2	6,8%	170,4	163,1	4,3%
				6	131,4	62,0	52,8%	194,3	124,9	35,7%
				7	190,1	79,9	58,0%	253,0	142,9	43,5%
				8	185,9	72,3	61,1%	248,8	135,2	45,7%

Circuito de Componentes de Painel

No circuito de painel, os componentes são primeiro traçados no centro de serragem de madeiras e depois entregues no centro de maquinação para a realização das restantes operações, como descrito no capítulo 3.

No novo *layout* é criada uma célula de produção de painel, como descrito anteriormente. Desta forma consegue-se reduzir a deslocação dos componentes na criação de painel. Não é no entanto possível comparar a criação de painel com a situação anterior, pois esta célula não existia. Depois da aplicação desta célula o painel passou a ser maquinado no mesmo circuito que a placa não folheada. Sendo assim é possível comparar o deslocamento do circuito de painel da situação anterior com o deslocamento que ocorre na célula de criação de painel mais o circuito de placa não folheada. Os resultados obtidos estão indicados na tabela 5.2.

O deslocamento necessário à operação traçar reduziu cerca de 14 metros, tendo-se obtido um ganho de 29,7% em relação ao anterior. Este valor devesse ao facto da célula de painel estar localizada perto do centro de serragem de madeiras. Na comparação do centro de painel mais o circuito de placa não folheada com o circuito de componentes de painel, do *layout* anterior, observa-se que existe uma melhoria superior a 30% para todas as possíveis sequências, o que se mantêm na análise dos totais destes circuitos.

Tabela 5.2: Resultados do Circuito de Painel

Centro de Serragem de Madeiras				Circuito de Componentes de Painel				Totais		
Sequência	Deslocamentos (m)			Sequência	Descolamentos (m)			Descolamentos (m)		
	Antigo	Novo	Ganho		Antigo	Novo*	Ganho	Antigo	Novo	Ganho
Traçador	46,542	32,72	29,7%	1	214,5	150,3	30,0%	261,1	183,0	29,9%
				2	234,2	141,2	39,7%	280,7	173,9	38,1%
				3	236,3	150,2	36,4%	282,8	183,0	35,3%
				4	255,9	141,2	44,8%	302,4	173,9	42,5%
				5	254,0	154,2	39,3%	300,5	186,9	37,8%
				6	273,6	145,1	47,0%	320,2	177,8	44,5%

*Centro de Painel + Circuito de Placa não Folheada

Circuitos de Componentes de Placa

Os componentes de placa, são primeiro serrados no centro de serragem de placa e depois maquinados no centro de maquinação, utilizando os diferentes circuitos definidos para os componentes de placa.

No novo *layout* definido a introdução operação de calibrar, necessária depois de as placas serem serradas, no centro de serragem de placas originou um aumento da distância percorrida pelos componentes neste centro de 6 metros. A deslocação do stock de placa para a zona antes ocupada por lixo, também originou este aumento do deslocamento, mas possibilitou a introdução

da calibradora neste centro. No entanto, foi libertado espaço no centro de maquinação para que se pudessem fazer outras alterações de *layout*.

Para o circuito de placa não folheada foram obtidos entre os 23,5% e os 41,6%, exceptuando para a primeira sequência em que o ganho foi apenas de 7,1%. No entanto, pode-se concluir que a alteração de *layout* reduz os deslocamentos em todas as sequências para este circuito. Os resultados estão indicados na tabela 5.3.

Tabela 5.3: Resultados do Circuito de Placa não Folheada

Centro de Serragem de Placa				Circuito de Placa não Folheada				Totais		
Sequência	Deslocamentos (m)			Sequência	Deslocamentos (m)			Deslocamentos (m)		
	Antigo	Novo	Ganho		Antigo	Novo	Ganho	Antigo	Novo	Ganho
1	50,4	56,27	-11,6%	1	104,8	97,4	7,1%	155,2	153,6	1,0%
				2	127,0	88,3	30,5%	177,4	144,5	18,5%
				3	127,2	97,3	23,5%	177,6	153,6	13,5%
				4	149,4	88,3	40,9%	199,8	144,5	27,7%
				5	135,5	101,3	25,3%	185,9	157,5	15,3%
				6	157,7	92,2	41,6%	208,1	148,5	28,7%

No caso do circuito de placa folheada também se pode observar pela tabela 5.4, que foram obtidas melhorias em todas as sequências, variando estas entre 33,7% e 50,6%. Esta melhorias devem-se principalmente à criação do centro de galgar e topejar depois do centro de folheamento.

Tabela 5.4: Resultados do Circuito de Placa Folheada

Centro de Serragem de Placa				Circuito de Placa Folheada				Totais		
Sequência	Deslocamentos (m)			Sequência	Deslocamentos (m)			Deslocamentos (m)		
	Antigo	Novo	Ganho		Antigo	Novo	Ganho	Antigo	Novo	Ganho
1	50,4	56,27	-11,6%	1	210,1	103,8	50,6%	260,5	160,1	38,6%
				2	232,7	154,3	33,7%	283,1	210,6	25,6%
				3	230,8	111,0	51,9%	281,2	167,2	40,5%
				4	253,4	161,5	36,3%	303,8	217,8	28,3%
				5	252,8	113,6	55,1%	303,2	169,9	44,0%
				6	275,4	164,2	40,4%	325,8	220,4	32,3%

Para o circuito de placa folheada com orla de rolo, também se observam ganhos entre os 28,6% e os 44,9%, como indicado na tabela 5.5. Como no caso do circuito de placa folheada, a alteração da posição das máquinas responsáveis por galgar e topejar para depois do centro de folheamento

originou estas melhorias. O posicionamento da orladora depois do centro de galgar e topejar também mostrou trazer vantagens.

Tabela 5.5: Resultados do Circuito de Placa Folheada com Orla de Rolo

Centro de Serragem de Placa				Circuito de Placa Folheada com Orla de Rolo				Totais		
Sequência	Deslocamentos (m)			Sequência	Deslocamentos (m)			Deslocamentos (m)		
	Antigo	Novo	Ganho		Antigo	Novo	Ganho	Antigo	Novo	Ganho
1	50,4	56,27	-11,6%	1	212,5	118,5	44,2%	262,9	174,8	33,5%
				2	235,1	167,9	28,6%	285,5	224,2	21,5%
				3	234,4	129,1	44,9%	284,8	185,4	34,9%
				4	257,0	178,5	30,5%	307,4	234,8	23,6%
				5	255,7	132,3	48,3%	306,1	188,6	38,4%
				6	278,3	181,8	34,7%	328,7	238,0	27,6%

O circuito de placa folheada com orla de madeira é o que mostra menos ganhos, tendo no entanto ganhos entre os 7,5% e os 21,3%. A sequência 2 no total mostra um aumento de 0,8%, podendo este ser considerado desprezável dado as vantagens que se mostram nas outras sequências. Isto deve-se ao facto dos componentes serem primeiro orlados e depois folheados, tendo que ser transportados para o centro de folheamento. No entanto este posicionamento das máquinas é necessário para ocorram ganhos nos outros circuitos de placa. Os valores obtidos para este circuito estão indicados na tabela 5.6.

Tabela 5.6: Resultados do Circuito de Placa Folheada com Orla de Madeira

Centro de Serragem de Placa				Circuito de Placa Folheada com Orla de Madeira				Totais		
Sequência	Deslocamentos (m)			Sequência	Deslocamentos (m)			Deslocamentos (m)		
	Antigo	Novo	Ganho		Antigo	Novo	Ganho	Antigo	Novo	Ganho
1	50,4	56,27	-11,6%	1	223,5	193,3	13,5%	273,9	249,6	8,9%
				2	246,1	242,5	1,5%	296,5	298,8	-0,8%
				3	273,9	215,5	21,3%	324,3	271,8	16,2%
				4	296,5	264,7	10,7%	346,9	321,0	7,5%
				5	299,8	219,5	26,8%	350,2	275,7	21,3%
				6	322,4	268,6	16,7%	372,8	324,9	12,9%

Torna-se ainda importante referir que o posicionamento da calibradora entre o centro de pré-montagem e o centro de CNC contribui negativamente para os valores dos circuitos de placa, mas

é necessário pois todos os conjuntos e subconjuntos montados no centro de pré-montagem são calibrados antes de serem entregues no centro de CNC e na montagem.

5.3 Controle Visual

Como descrito no capítulo 2, controle visual são um conjunto de medidas que utilizam métodos de comunicação visuais capazes de controlar a produção. No caso de estudo a identificação de zonas, componentes e sequências de produção com estas medidas pode fornecer condições que possibilitam um maior controlo da produção. Para tal são sugeridas três medidas de fácil implementação, que resultaram nas vantagens descritas.

Identificação de Zonas

A identificação de zonas, como centros e células de produção, possibilita que os operários entreguem sempre os lotes de componentes em produção no local correcto. Para tal seria também necessário implementar fichas de produção que seguiriam juntamente com os desenhos técnicos dos componentes e conjunto de lotes, em que estaria descrito qual a sequência de produção correcta para o respectivo lote. Assim, sempre que um operário terminasse de maquinar um lote de componentes este teria a informação para que zona deverá deslocar esse mesmo lote.

Identificação de Lotes

Os lotes de componentes são movimentados em carros transportadores ou paletes. Sugere-se que sejam adquiridos carros de transporte, substituindo todas as paletes por carros de transporte. Desta forma não necessário o uso de porta-paletes para movimentar lotes, reduzindo os tempos de movimentação, e é possível criar um sistema de identificação de carros de transporte. Estes poderão ter várias medidas de modo a serem indicados para o transporte de diferentes componentes.

O sistema de identificação de carros de transporte deverá incluir:

- Identificação do carro de transporte - Através de um número, símbolo ou código.
- Identificação dos lotes transportados - Com a referência dos componentes, quantidade e a que móveis pertencem.
- Identificação da sequência de produção - Com a sequência das zonas definidas anteriormente, que o carro de transporte terá de percorrer.

Quadro de Controlo

No quadro de controlo deverão ser estar indicados quais os móveis que estão em produção, em que carros de transporte se encontram os seus componentes e em que local de maquinação se encontram os diferentes carros de transporte. Também pode ser definido qual a prioridade de produção de cada móvel. Desta forma qualquer operador pode-se dirigir a este quadro e ser informado onde se encontra determinado carro de transporte, e consequentemente os respectivos componentes. Obtem-se assim um maior controlo e informação da produção.

Capítulo 6

Conclusões

Neste capítulo são expostas as principais conclusões obtidas da realização deste projecto, assim como são apresentadas propostas de trabalho futuro a realizar na empresa.

6.1 Conclusões

Os objectivos, definidos sucintamente no capítulo 1 e detalhados ao longo dos capítulos seguintes, foram alcançados.

Na primeira fase deste projecto foi apresentada a filosofia Lean, aplicada por diversas organizações para a obtenção de melhorias a nível organizacional e operacional. Foram apresentados diversos conceitos referentes ao pensamento Lean, assim como algumas das ferramentas usadas para obter melhorias operacionais, através da eliminação de desperdícios, redução de custos e melhoria contínua de processos industriais. Como referido no capítulo 2 a aplicação destes princípios é necessária para que qualquer organização consiga competir e sobreviver na exigência dos mercados actuais. A adopção de uma filosofia de melhoria contínua procura sempre a perfeição e é a chave para assegurar a sustentabilidade e crescimento das organizações.

Na fase seguinte foi estudado e descrito o processo de fabrico de móveis, sendo este um dos objectivos deste projecto. Para tal foram analisadas as matérias-primas usadas, assim como os principais componentes produzidos, com a finalidade de definir quais os principais centros e circuitos de produção. Foram definidos 5 centros de produção. Além dos circuitos de serragem de madeira e serragem de placa, foram definidos 7 circuitos de maquinação que descrevem a produção de todos os principais componentes da empresa. Esta descrição serviu de base para a análise do processo no capítulo 4.

No capítulo 4 é analisado o processo produtivo. O objectivo desta análise foi obter indicadores do estado actual da produção. Para tal foi realizada uma análise de desperdício de matéria-prima, referente à madeira, do qual se conclui que cerca de 50% da madeira adquirida é desperdiçada por questões de processo e defeitos presentes nesta.

Foram também analisados os tempos referentes à produção, para vários operadores nos vários centros de trabalho. Desta análise foi concluído que apenas 60% a 70% do tempo analisado é utilizado em operações que acrescentam valor ao produto final. O tempo restante, e mesmo parte do tempo definido como de operação, não acrescenta qualquer valor e diz respeito a operações de deslocação, movimentação, *setup* e preparação de trabalho.

De seguida realizou-se uma análise ao espaço fabril com a finalidade de definir e medir o espaço ocupado por diferentes áreas definidas. As áreas definidas foram as de stock de madeira, placa, folha, máquinas, lixo e área disponível. Os resultados obtidos mostram que 14% do espaço analisado é ocupado por lixo, sendo este superior à área ocupada pelas máquinas.

Finalmente analisou-se as distâncias percorridas pelos componentes nos diferentes circuitos de produção definidos no capítulo 3. Desta análise foram obtidos os deslocamentos, que serviram com indicadores do estado actual do processo de produção.

Depois da análise do processo produtivo, foi definido um plano de acção com a finalidade de proporcionar melhorias no fabrico de móveis. Para tal foram definidos três acções.

A primeira acção passa pela a aplicação da metodologia 5S, descrita no capítulo 2. O objectivo da aplicação desta metodologia é limpar e organizar o espaço fabril. Desta forma, consegue-se reduzir os 14% de área ocupada por lixo e prosseguir para a segunda acção.

A segunda acção é a alteração do *layout* actual por um mais eficiente e produtivo. Para tal foram criadas novos centros e células de trabalho, e reorganizado o espaço fabril como indicado no anexo F. Analisando as distâncias percorridas pelos componentes nos circuito definidos anteriormente pode-se observar as melhorias obtidas da aplicação do novo *layout*. Para quase todas as sequências existe uma redução superior a 30% das distâncias analisadas.

Por fim, é sugerido a aplicação de medidas de controlo visual a fim de identificar áreas, lotes, componentes e controlar a produção.

Foi assim concluído que a aplicação destas metodologias lean irá reduzir custos, através de redução de desperdícios e aumento de controlo da produção. No entanto, não será apenas a aplicação do plano definido que fará a diferença, mas a adopção da mentalidade descrita neste trabalho, focada na redução de desperdícios e melhoria contínua de todos os processos intrínsecos da empresa.

6.2 Trabalho Futuro

Não tendo sido aplicado o plano de acção descrito neste documento, é sugerido que este seja aplicado futuramente. A par da aplicação do plano de acção é necessário o acompanhamento, formação e identificação de possíveis melhorias que surjam durante este processo.

Numa perspectiva de melhoria contínua é também sugerido que sejam aplicadas novas ferramentas de melhoria, tanto em operações como em organização da empresa.

Anexo A

Layout da Fábrica

Figura A.1: Layout da Fábrica

Anexo B

Diagramas de Circuitos de Produção

Figura B.1: Diagrama do Circuito de Serragem de Madeira

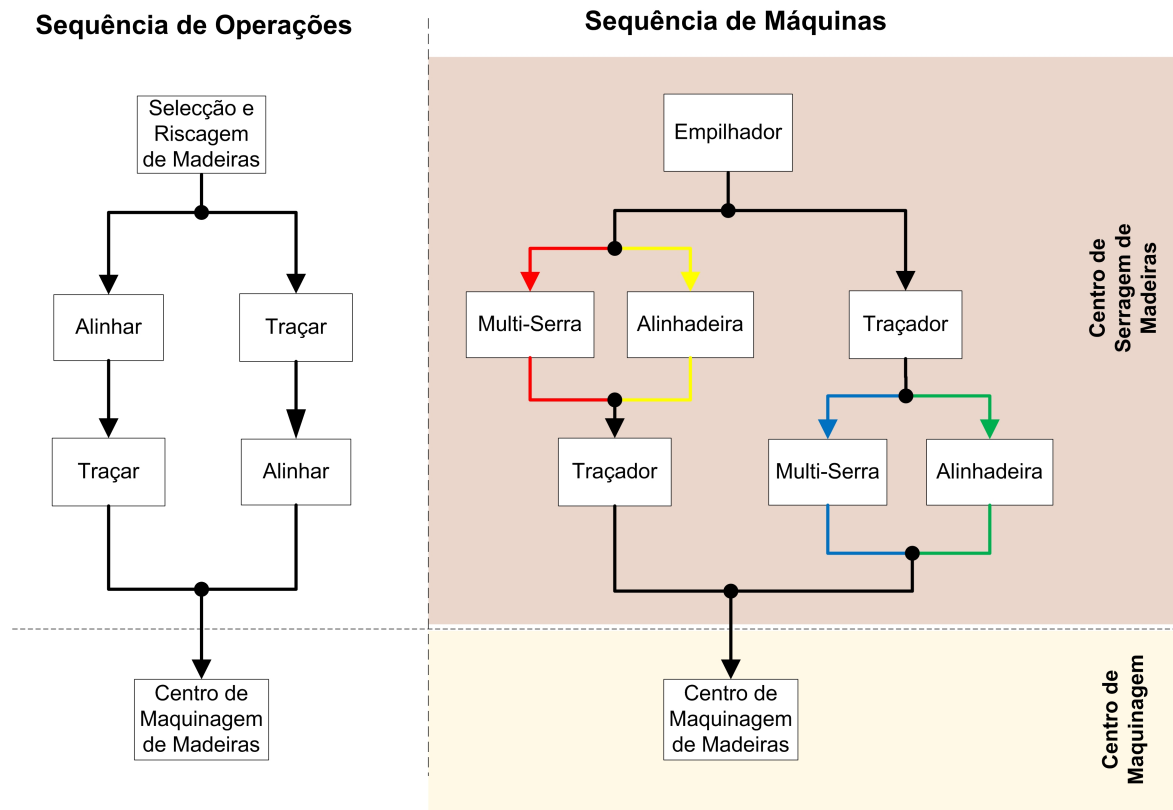



Figura B.2: Diagrama Spaguetti - Circuito de Serragem de Madeira

CM

2-MS

3-ALD

1-TRC

I

Legenda

I: Início
1-TRC: Traçador
2-MS: Multi-Serra
3-ALD: Alinhadeira
CM: Centro de Maquinagem

Sequências

Sequência 1: Início - 1 - 2 - Centro de Maquinagem
Sequência 2: Início - 1 - 3 - Centro de Maquinagem
Sequência 3: Início - 2 - 1 - Centro de Maquinagem
Sequência 4: Início - 3 - 1 - Centro de Maquinagem

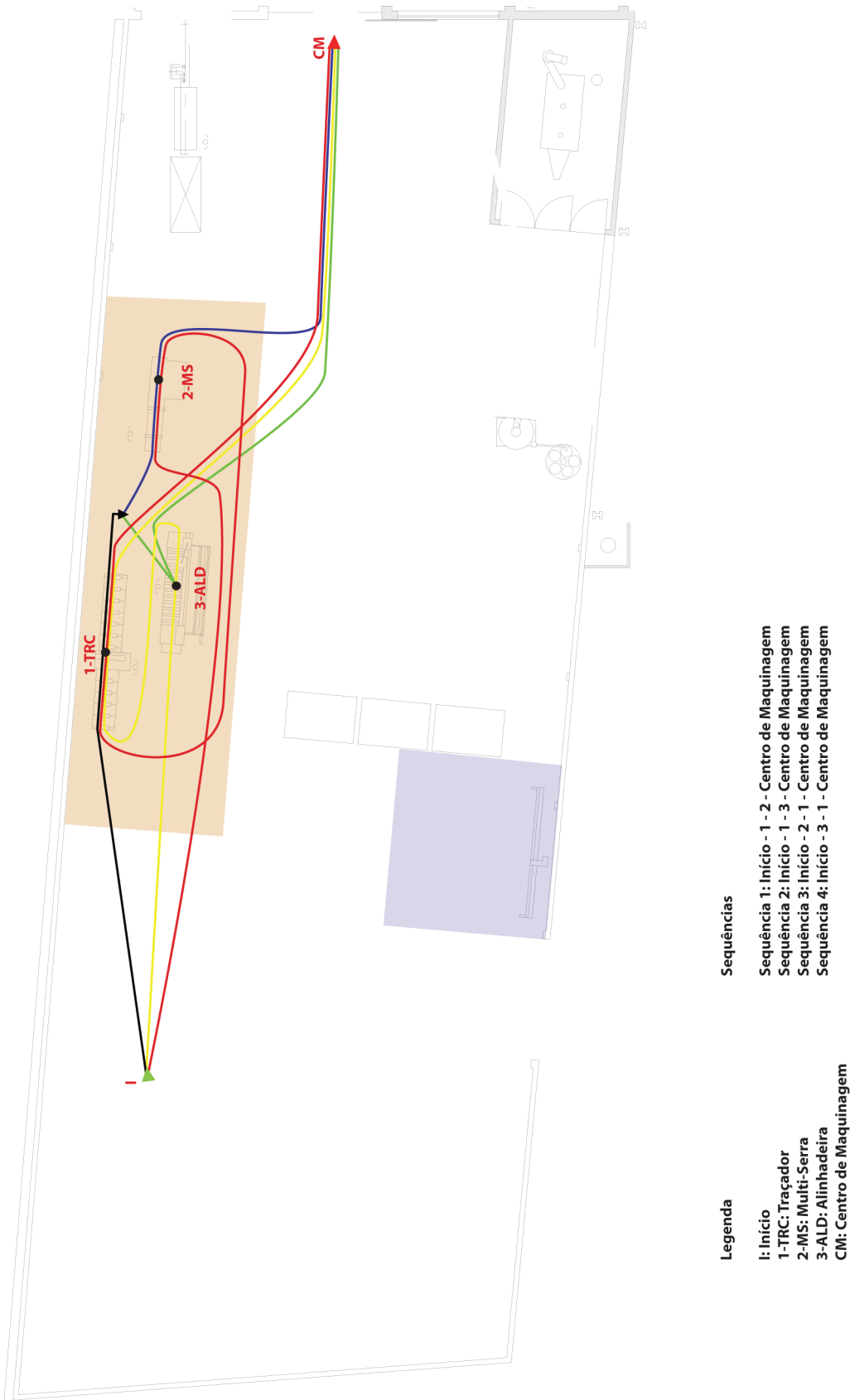



Figura B.3: Diagrama do Circuito de Serragem de Placa

Sequência de Operações | **Sequência de Máquinas**

Selecção de Placa → Corte de Placa → Centro de Maquinação de Placa

Empilhador → Serra de Painéis → Centro de Maquinação de Placa

Centro de Serragem de Placas: Empilhador, Serra de Painéis

Centro de Maquinação: Centro de Maquinação de Placa

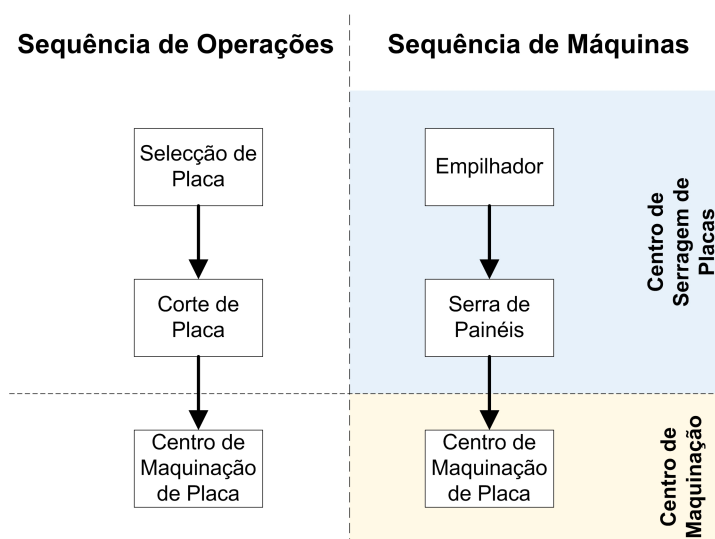



Figura B.4: Diagrama Spaguetti - Circuito de Serragem de Placa

CM

I

1-SPN

Sequências

Sequência 1: Início - 1 - Centro de Maquinagem

Legenda

I: Início
1-SPN: Serra de Painéis
CM: Centro de Maquinagem

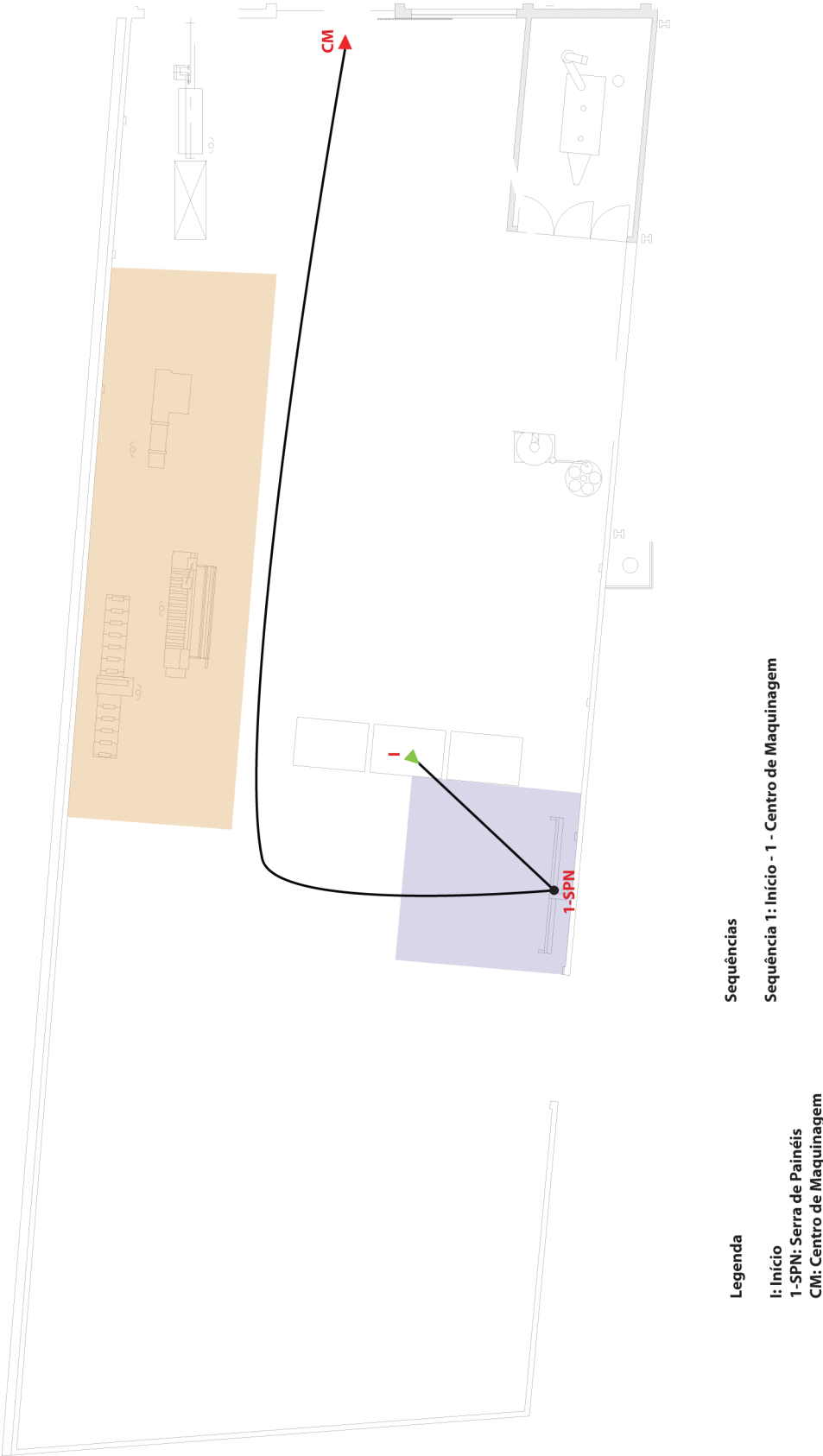



Figura B.5: Diagrama do Circuito de Componentes de Madeira

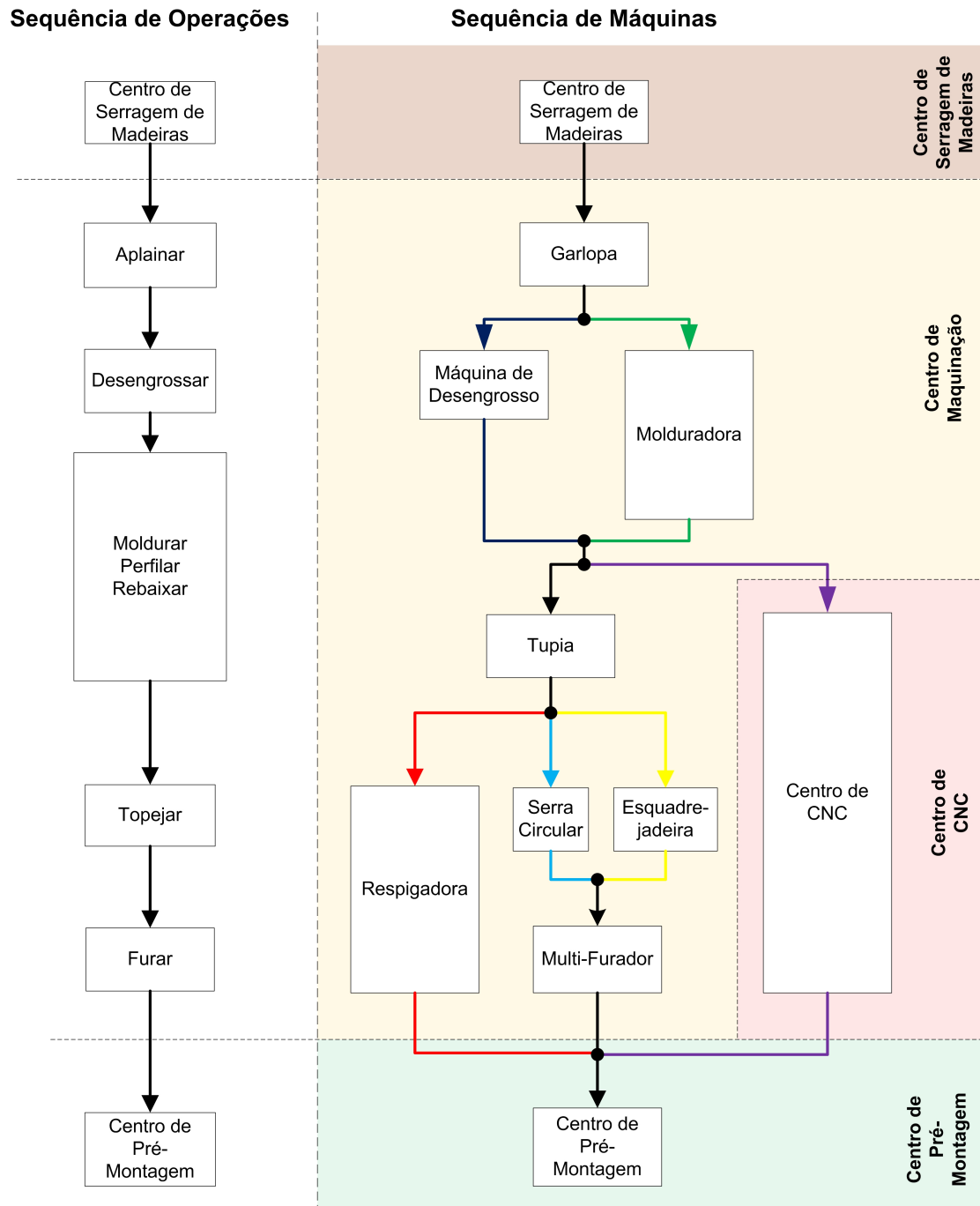
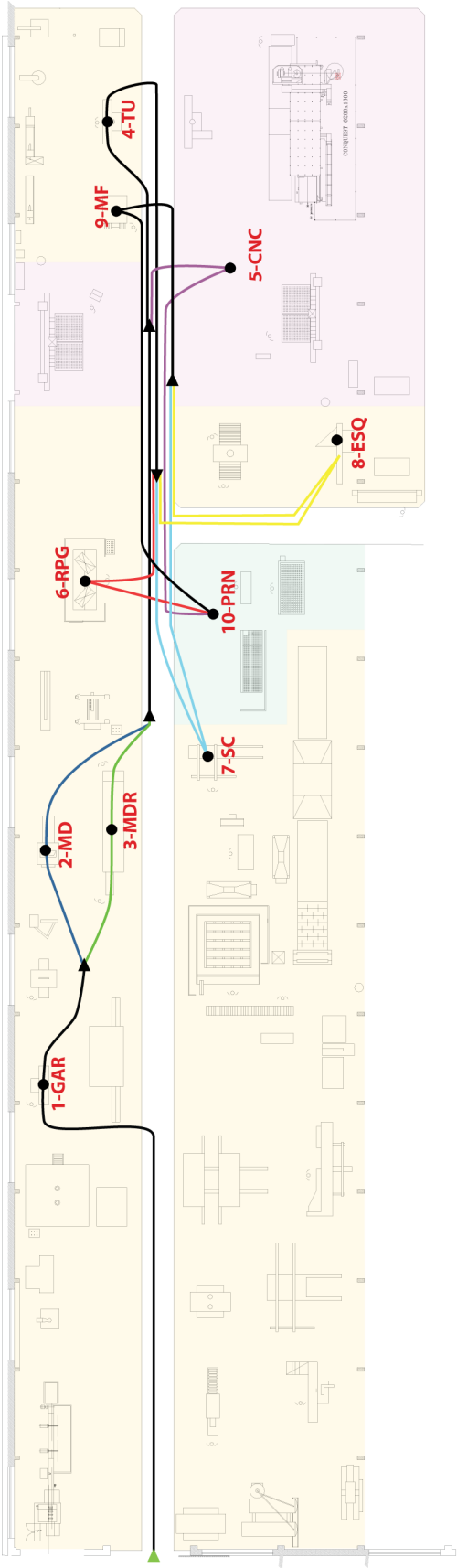



Figura B.6: Diagrama Spaguetti - Circuito de Componentes de Madeira

Legenda

I- Início
1-GAR: Garlopa
2-MD: Máquina de Desengrosso
3-MDR: Molduradora
4-TU: Tupia
5-CNC: Centro de CNC
6-RPG: Respigadora
7-SC: Serra Circular
8-ESQ: Esquadrejadeira
9-MF: Multi-Furador
10-PRM: Centro de Pré-Montagem

Sequências

Sequência 1: Início - 1 - 2 - 5 - 10
Sequência 2: Início - 1 - 2 - 4 - 6 - 10
Sequência 3: Início - 1 - 2 - 4 - 7 - 9 - 10
Sequência 4: Início - 1 - 2 - 4 - 8 - 9 - 10
Sequência 5: Início - 1 - 3 - 5 - 10
Sequência 6: Início - 1 - 3 - 4 - 6 - 10
Sequência 7: Início - 1 - 3 - 4 - 7 - 9 - 10
Sequência 8: Início - 1 - 3 - 4 - 8 - 9 - 10

Figura B.7: Diagrama do Circuito de Componentes de Painéis de Madeira

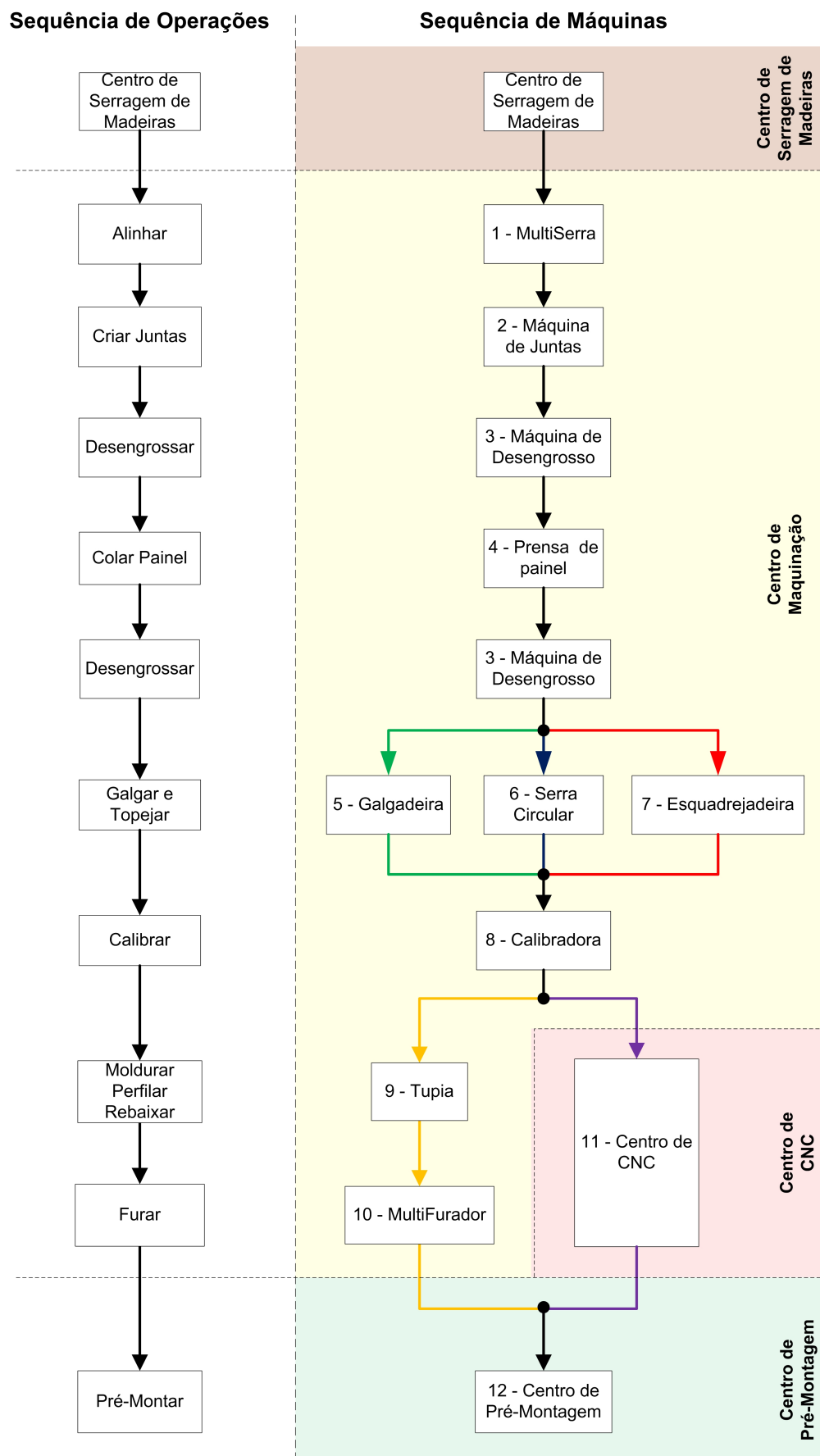



Figura B.8: Diagrama Spaguetti - Circuito de Componentes de Painéis de Madeira

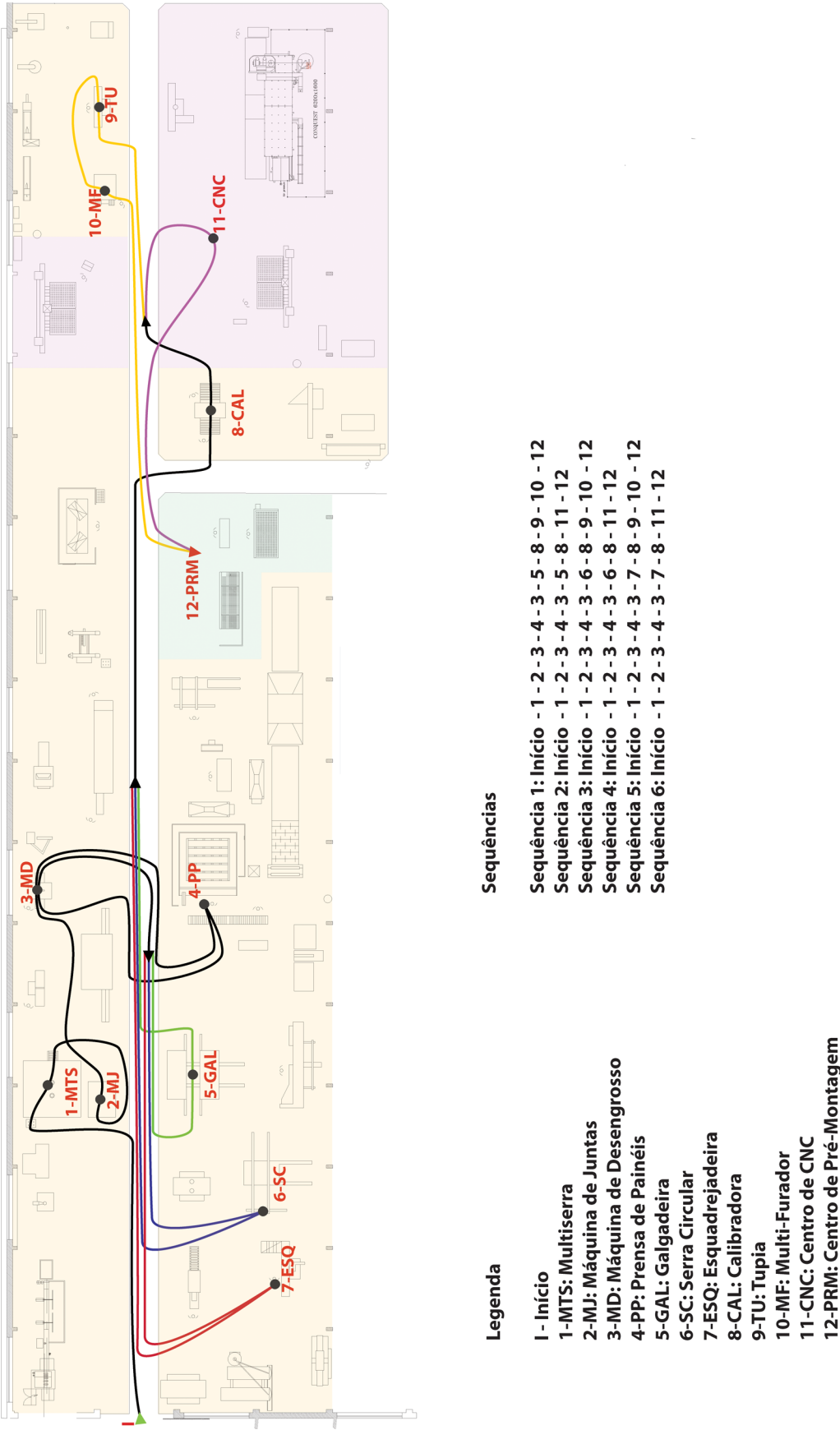



Figura B.9: Diagrama do Circuito de Componentes de Placa não Folheada

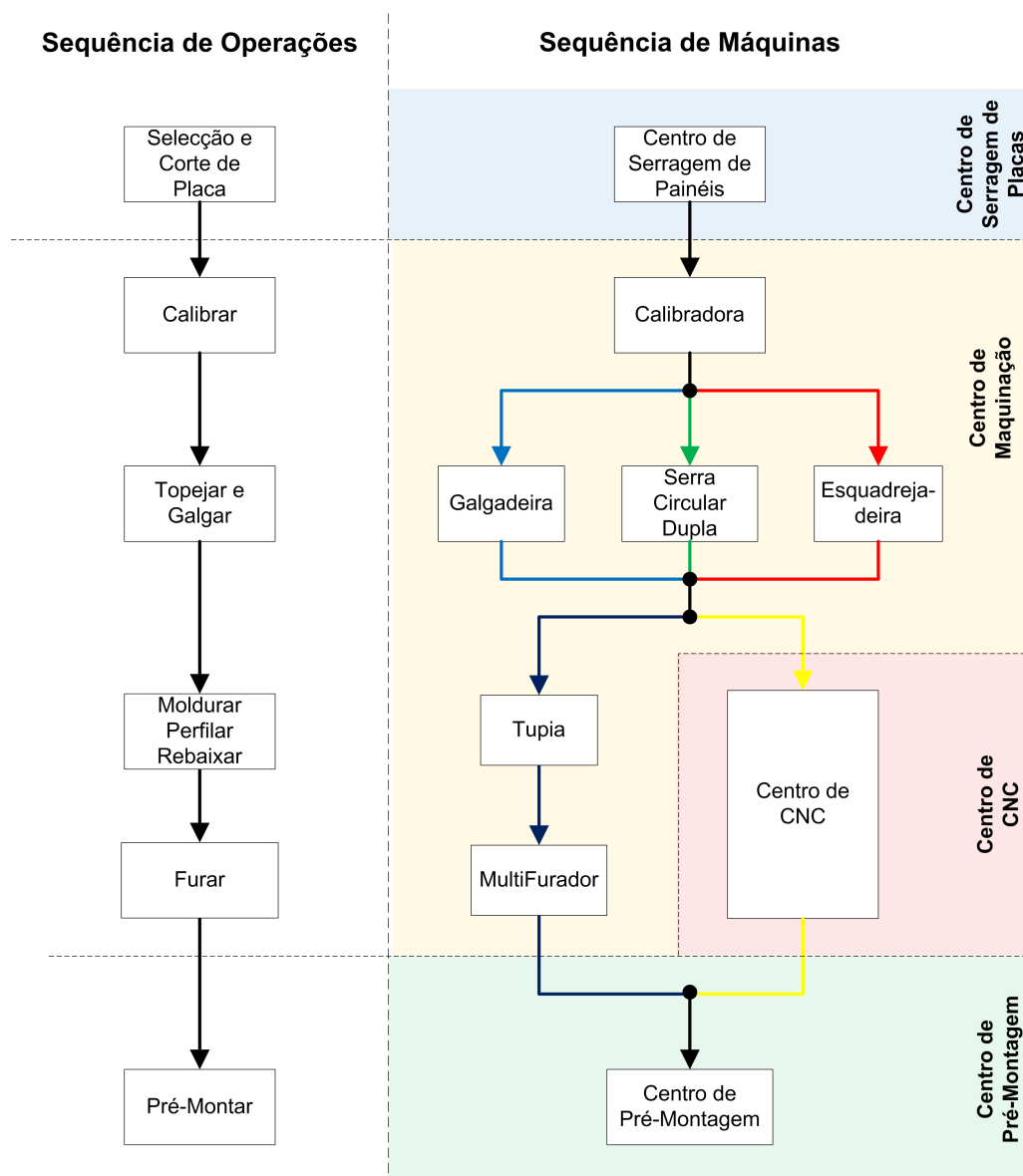



Figura B.10: Diagrama Spaguetti - Circuito de Componentes de Placa não Folheada

5-TU
7-MF
6-CNC
8-PRM
2-GAL
1-CAL
3-SC
4-ESQ
I

Legenda

I: Início
1-CAL: Calibradora
2-GAL: Galgadeira
3-SC: Serra Circular
4-ESQ: Esquadrejadeira
5-TU: Tupia
6-CNC: Centro de CNC
7-MF: Multi-Furador
8-PRM: Centro de Pré-Montagem

Sequências

Sequência 1: Inicio - 1 - 2 - 6 - 8
Sequência 2: Inicio - 1 - 2 - 5 - 7 - 8
Sequência 3: Inicio - 1 - 3 - 6 - 8
Sequência 4: Inicio - 1 - 3 - 5 - 7 - 8
Sequência 5: Inicio - 1 - 4 - 6 - 8
Sequência 6: Inicio - 1 - 4 - 5 - 7 - 8

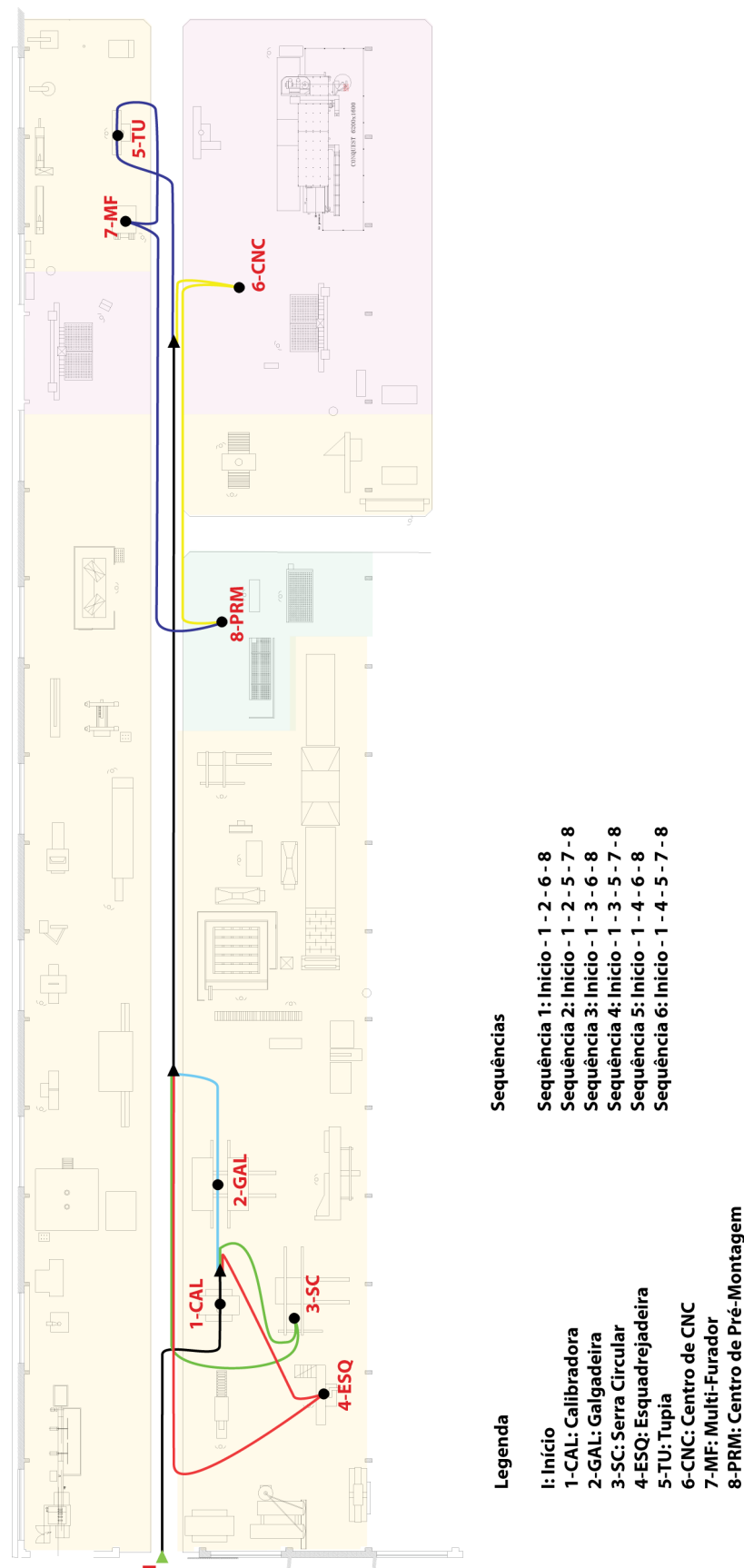



Figura B.11: Diagrama do Circuito de Componentes de Placa Folheada

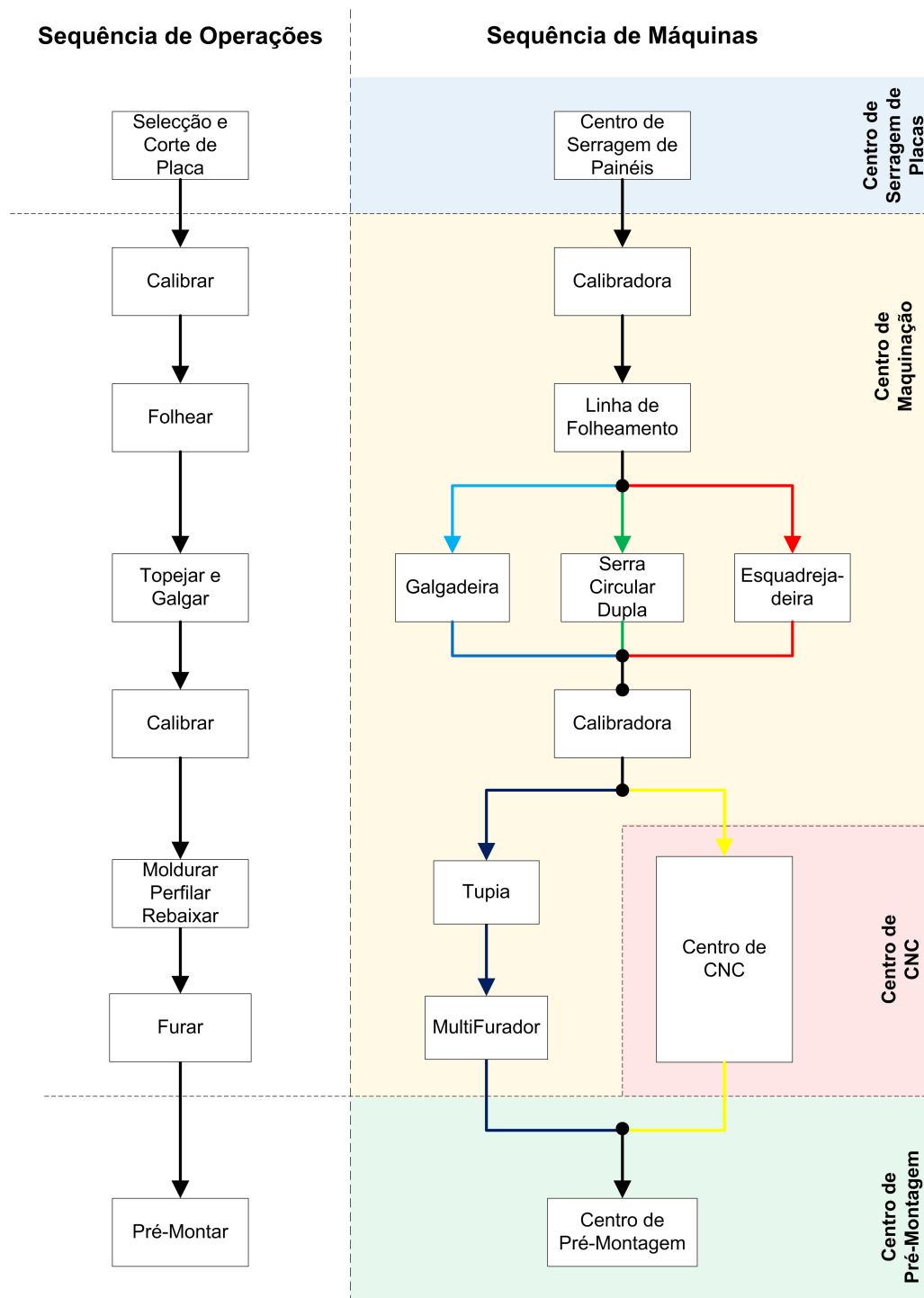



Figura B.12: Diagrama Spaguetti - Circuito de Componentes de Placa Folheada

Sequências

Sequência 1: Inicio - 1 - 2 - 3 - 6 - 8 - 10
Sequência 2: Inicio - 1 - 2 - 3 - 6 - 7 - 9 - 10
Sequência 3: Inicio - 1 - 2 - 4 - 6 - 8 - 10
Sequência 4: Inicio - 1 - 2 - 4 - 6 - 7 - 9 - 10
Sequência 5: Inicio - 1 - 2 - 5 - 6 - 8 - 10
Sequência 6: Inicio - 1 - 2 - 5 - 6 - 7 - 9 - 10

Legenda

I: Início
1-CAL: Calibradora
2-LF: Linha de Folheamento
3-GAL: Galgadeira
4-SC: Serra Circular
5-ESQ: Esquadrejadeira
6-CAL: Calibradora
7-TU: Tupia
8-CNC: Centro de CNC
9-MF: Multi-Furador
10-PRM: Centro de Pré-Montagem

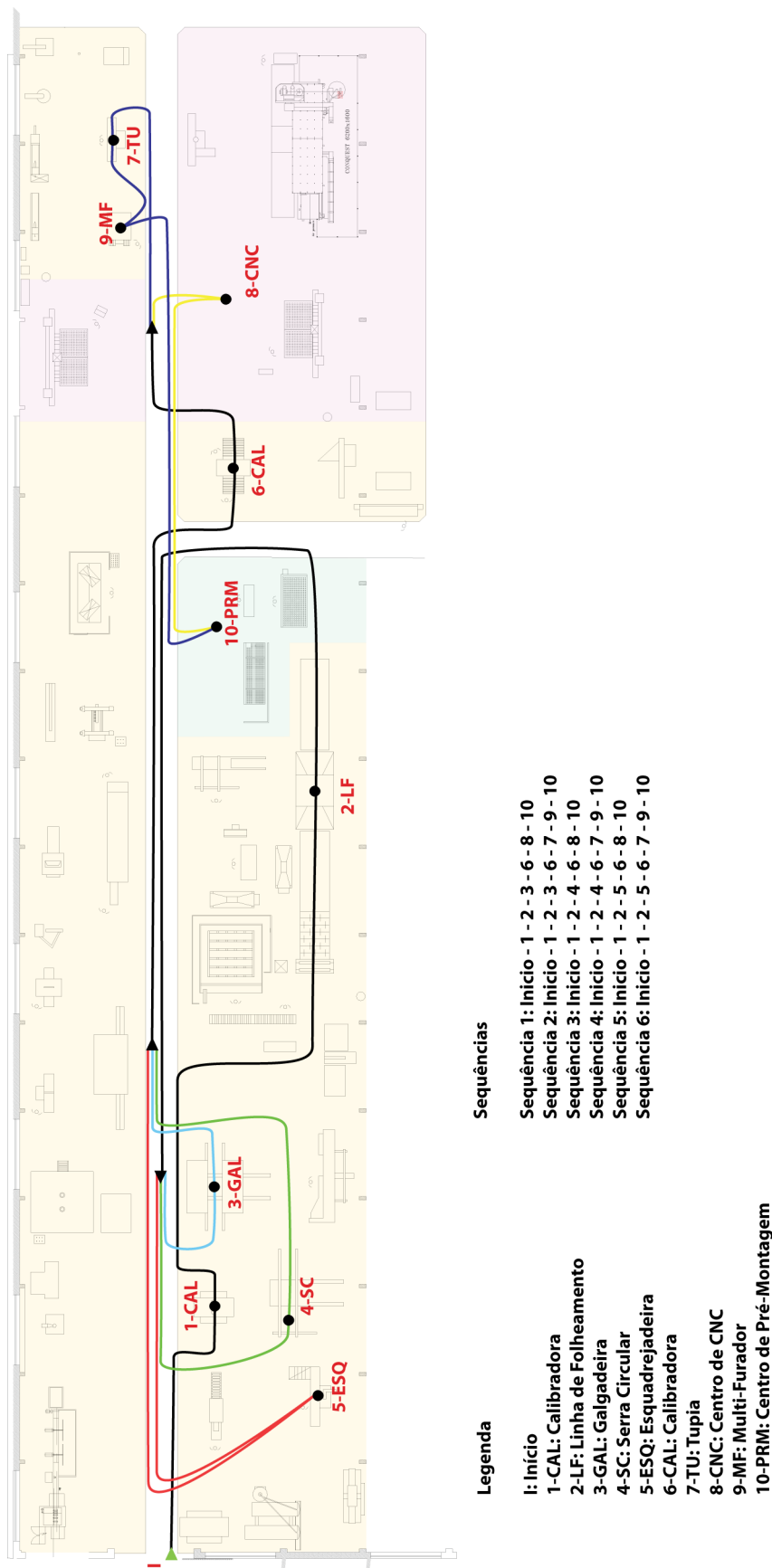



Figura B.13: Diagrama do Circuito de Componentes de Placa Folheada e Orlada a Rolo

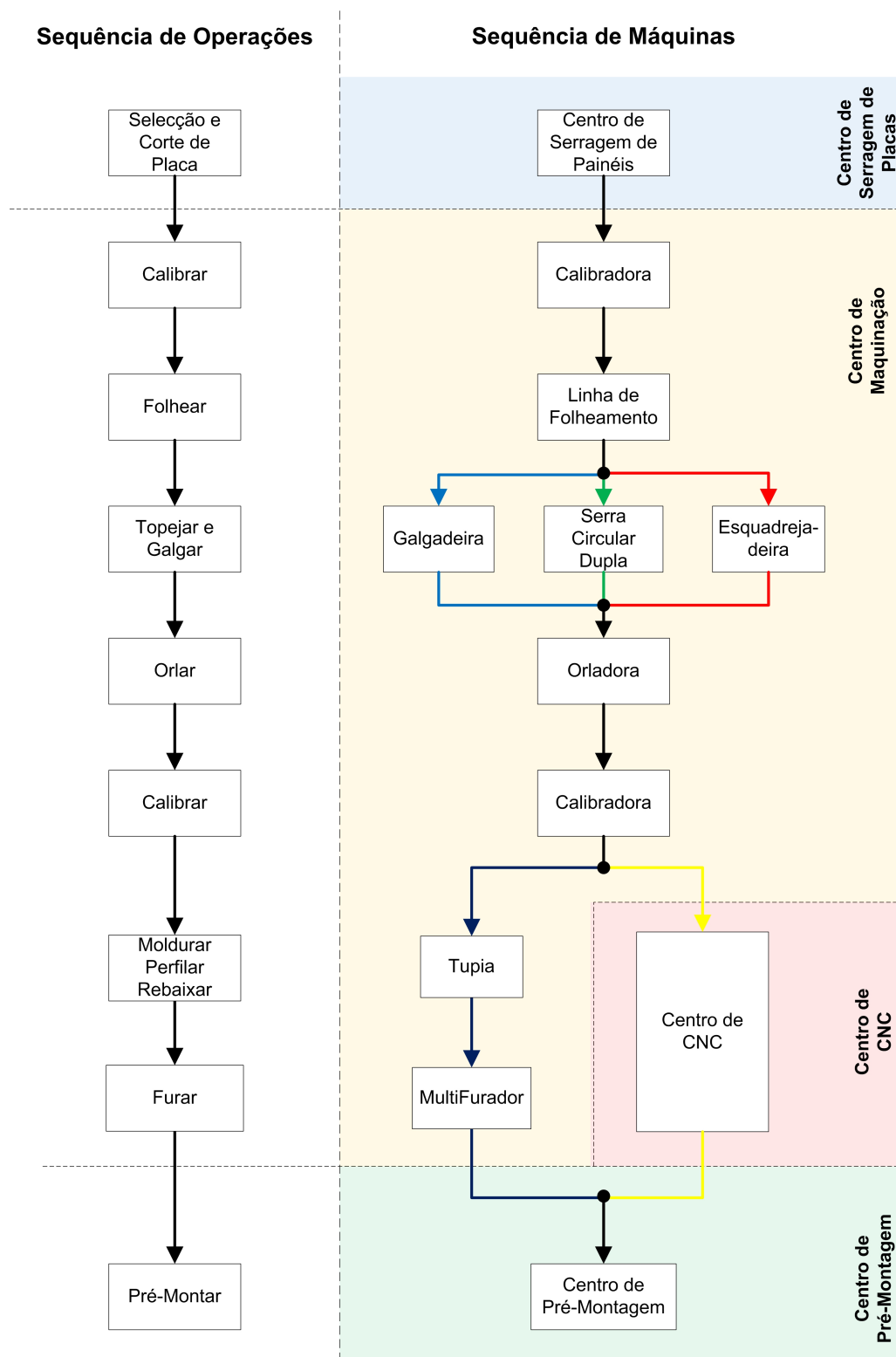



Figura B.14: Diagrama Spaguetti - Circuito de Componentes de Placa Folheada e Orlada a Rolo

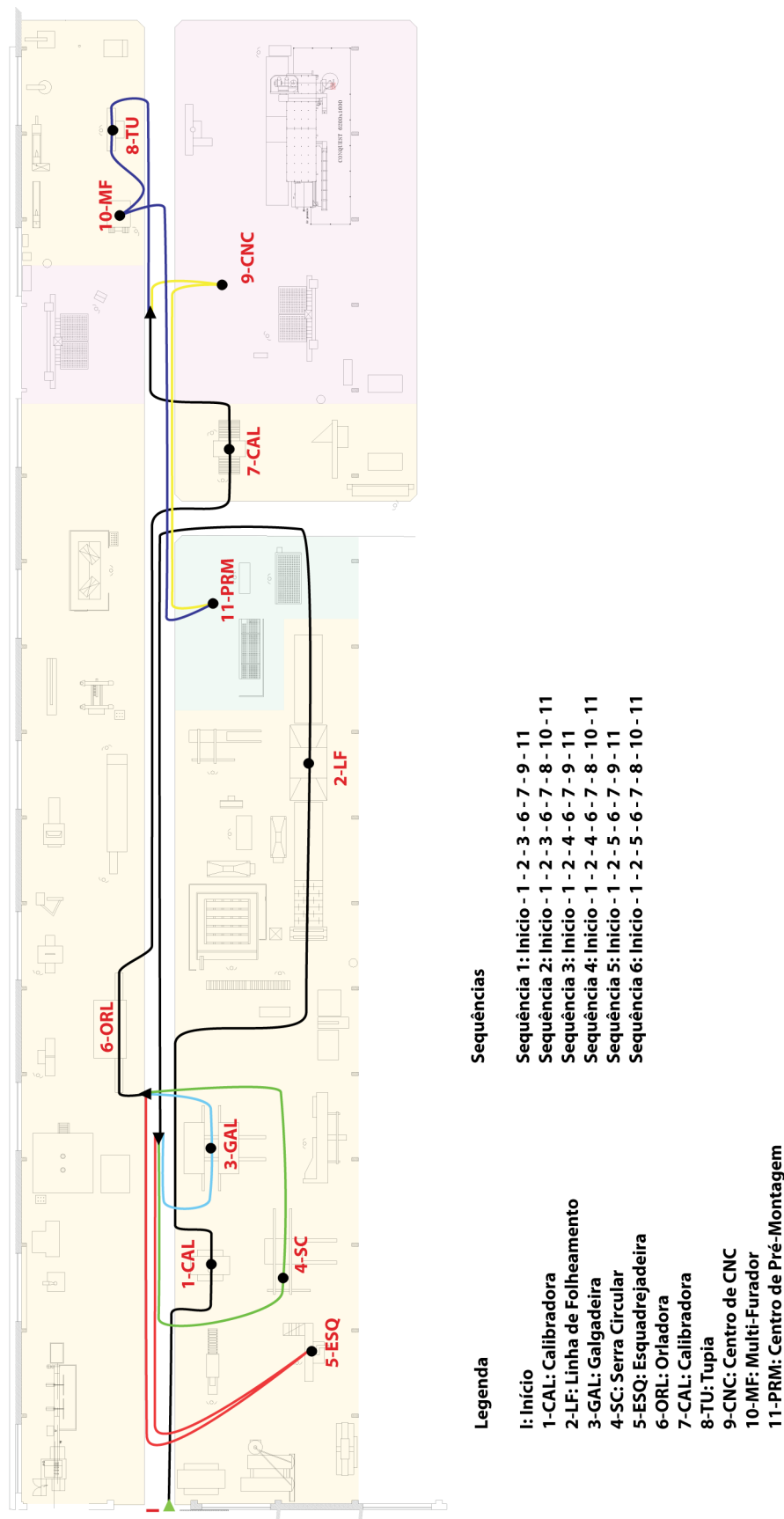



Figura B.15: Diagrama do Circuito de Componentes de Placa Folheada e Orlada a Madeira

Sequência de Operações

Selecção e Corte de Placa
Calibrar
Topejar e Galgar
Orlar
Folhear
Topejar e Galgar
Calibrar
Moldurar Perfilar Rebaixar
Furar
Pré-Montar

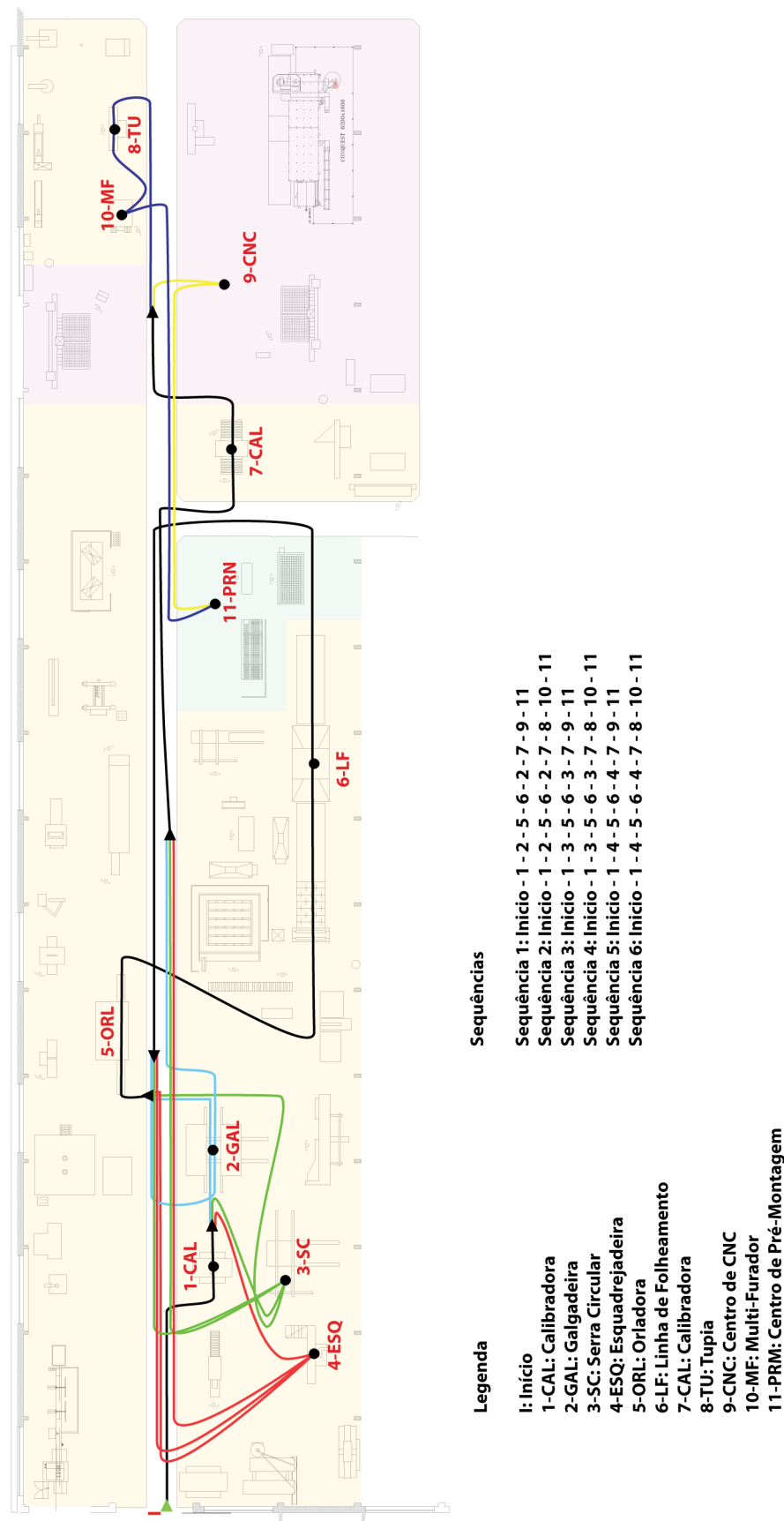
Sequência de Máquinas

Centro de Serragem de Placas
Centro de Serragem de Painéis

Centro de Maquinação
Calibradora
Galgadeira
Serra Circular Dupla
Esquadreja-deira
Orladora
Linha de Folheamento
Galgadeira
Serra Circular Dupla
Esquadreja-deira
Calibradora
Tupia
MultiFurador

Centro de CNC
Centro de CNC

Centro de Pré-Montagem
Centro de Pré-Montagem

Figura B.16: Diagrama Spaguetti - Circuito de Componentes de Placa Folheada e Orlada a Madeira

Anexo C

Tabelas de Desperdício de Matéria-Prima

Tabela C.1: Análise de Desperdício de Matéria-Prima - Dia 1

			DIMENSÕES (mm)			CONSUMO (m^3)		
REF/COMP	**MATERIAL**	**QTS**	**COMP.**	**LARG.**	**ESP.**	**APROVEITADO**	**MAQUINAÇÃO**	**REAL**
MET120/015	M.Interior	60	804	22	45	0,04776	0,07910	0,15153
MET120/041	M.Interior	45	437	20	45	0,01770	0,03085	0,02845
MET120/017	M.Interior	90	451	210	16	0,13638	0,19584	0,19584
MET120/030	Cerejeira	30	1242	81	20	0,06036	0,08613	0,19527
MET120/031	Cerejeira	30	852	81	20	0,04141	0,05951	0,15435
MET120/001	Cerejeira	30	478	25	20	0,00717	0,01307	0,01307
MET120/002	Cerejeira	15	1216	25	20	0,00912	0,01622	0,01622
MET120/049	Cerejeira	30	399	5	20	0,00120	0,00471	0,00471
MET120/040	M.Interior	45	1078	204	14	0,13854	0,20090	0,39660
MET120/039	M.Interior	90	438	225	14	0,12417	0,18405	0,27900
MET120/048	Cerejeira	60	399	104	7	0,01743	0,03439	0,02520
ALL114/008	Cerejeira	100	596	22	15	0,01967	0,03942	0,03942
ALL114/002	Cerejeira	200	210	22	15	0,01386	0,02944	0,02944
ALL114/001	Cerejeira	286	1100	50	50	0,78650	1,05706	1,21930

Tabela C.2: Análise de Desperdício de Matéria-Prima - Dia 2

			DIMENSÕES (mm)			CONSUMO (m^3)		
REF/COMP	**MATERIAL**	**QTS**	**COMP.**	**LARG.**	**ESP.**	**APROVEITADO**	**MAQUINAÇÃO**	**REAL**
ALL114/015	Cerejeira	600	296	4	20	0,12694	0,24272	0,30240
ALL114/003	Cerejeira	200	210	52	22			
ALL114/005	Cerejeira	200	210	70	22			
NAT026/008	M.Interior	20	452	84	14	0,03721	0,05901	0,06810
NAT027/008	M.Interior	30	452	84	14			
NAT028/008	M.Interior	20	452	84	14			
NAT026/007	M.Interior	10	554	84	18	0,02932	0,04343	0,04773
NAT027/007	M.Interior	10	554	84	18			
NAT028/007	M.Interior	15	554	84	18			
JCOM1/53	M.Interior	10	760	42	14	0,00447	0,00771	0,00447
JCOM1/046	M.Interior	60	634	147	14	0,07829	0,11705	0,07829
JCOM1/050	M.Interior	60	616	131	14	0,06778	0,10223	0,17120
JCOM1/052	M.Interior	20	431	58	14	0,00700	0,01165	0,00700
JCOMS2/013	M.Interior	80	400	57	20	0,03648	0,05628	0,03648
JCOMS2/015	M.Interior	40	355	57	20	0,01619	0,02513	0,01619
JCOMS2/047	M.Interior	80	360	147	14	0,05927	0,09068	0,17055

Tabela C.3: Análise de Desperdício de Matéria-Prima - Dia 3

			DIMENSÕES (mm)			CONSUMO (m^3)		
REF/COMP	**MATERIAL**	**QTS**	**COMP.**	**LARG.**	**ESP.**	**APROVEITADO**	**MAQUINAÇÃO**	**REAL**
JCOM1/031	Cerejeira	20	547	132	25	0,03610	0,04831	0,08908
JCOM1/042	Cerejeira	20	1310	30	20	0,01572	0,02660	0,05558
JCOM1/013	M.Interior	40	600	83	20	0,03984	0,05766	0,07650
JCOM1/015	M.Interior	20	555	83	20	0,01843	0,02674	0,03150
JCOM1/026	M.Interior	20	520	53	18	0,00992	0,01565	0,02731
JCOM1/038	M.Interior	10	90	70	20	0,00126	0,00220	0,00220
JCOM1/051	Cerejeira	10	778	58	20	0,00902	0,01357	0,04025
JCOM1/044	Cerejeira	60	646	161	12	0,07488	0,11616	0,24655
JCOM1/040	Cerejeira	10	1320	8	15	0,00158	0,00482	0,01890
JCOM1/041	Cerejeira	10	521	8	15	0,00063	0,00195	0,00195
NAT04/014	M.Interior	10	1998	50	50	0,04995	0,06659	0,12955
NAT04/015	M.Interior	20	1940	82	28	0,09913	0,13290	0,29960
NAT04/016	M.Interior	10	437,5	82	28			
NAT04/017	M.Interior	10	437,5	82	15	0,01076	0,01684	0,01684
NAT04/018	M.Interior	10	437,5	82	15			
NAT04/002	M.Interior	5	1004	150	32	0,04483	0,05707	0,05180
NAT04/003	M.Interior	10	432	150	32			
NAT04/019	M.Interior	10	1800	65	20	0,02340	0,03413	0,03413
NAT04/025	M.Interior	10	880	30	30	0,00792	0,01260	0,01260
NAT04/007	M.Interior	5	1200	87	20	0,01914	0,02740	0,02400
NAT04/010	M.Interior	10	500	87	20			
NAT04/009	M.Interior	5	1200	95	35	0,01995	0,02562	0,03100
NAT04/022	M.Interior	10	100	40	30	0,01296	0,01981	0,01981
NAT04/005	M.Interior	10	132	85	20			
NAT04/023	M.Interior	10	241	142	20			
NAT04/004	M.Interior	10	132	45	45			
NAT04/012	M.Interior	10	500	95	35	0,01663	0,02184	0,02430
NAT04/008	M.Interior	5	1200	28,4	18	0,00562	0,00998	0,00998
NAT04/011	M.Interior	10	500	28,4	18			
NAT05/039	M.Interior	10	2170,5	95	35	0,10494	0,13508	0,16230
NAT05/036	M.Interior	20	492,8	95	35			
NAT05/038	M.Interior	20	2170,5	87	20	0,07553	0,10624	0,14295
NAT05/035	M.Interior	20	495	82	20	0,01624	0,02369	0,02369
NAT05/037	M.Interior	10	2170	29,9	19,9	0,01291	0,02176	0,03219
NAT05/040	M.Interior	30	241	134	20	0,02399	0,03651	0,03651
NAT05/034	M.Interior	20	453,4	28,4	17,9			
NAT05/011	M.Interior	10	565	68	40	0,03074	0,04107	0,06204
NAT05/012	M.Interior	10	565	68	40			
NAT05/041	M.Interior	20	1427	50	50	0,09960	0,13411	0,18810
NAT05/007	M.Interior	20	565	50	50			
NAT05/006	M.Interior	10	120	112	20	0,00840	0,01368	0,01368
NAT05/005	M.Interior	30	112	85	20			
NAT05/004	M.Interior	20	112	45	45	0,00454	0,00726	0,01155
NAT05/002	M.Interior	10	2089	117	30	0,07332	0,09375	0,18305
NAT05/003	M.Interior	20	450	130	30	0,03510	0,04606	0,09581
NAT05/031	M.Interior	40	92	25	25	0,00230	0,00470	0,01638
NAT05/044	M.Interior	10	1427	68	25	0,05337	0,07336	0,06993
NAT05/043	M.Interior	10	1427	68	30			

Tabela C.4: Análise de Desperdício de Matéria-Prima - Dia 4

			DIMENSÕES (mm)			CONSUMO (m^3)		
REF/COMP	**MATERIAL**	**QTS**	**COMP.**	**LARG.**	**ESP.**	**APROVEITADO**	**MAQUINAÇÃO**	**REAL**
NAT05/044	M.Interior	10	1427	68	25	0,02426	0,03386	0,03386
NAT05/043	M.Interior	10	1427	68	30	0,02911	0,03950	0,05775
NAT05/014	M.Interior	10	505	68	30	0,01030	0,01433	0,01433
NAT05/013	M.Interior	20	350	68	30	0,01428	0,02020	0,02020
NAT05/021	M.Interior	40	385	60	30	0,02772	0,03969	0,05992
NAT05/029	M.Interior	100	962,5	25	25	0,09642	0,16607	0,24381
NAT05/030	M.Interior	40	962,5	25	25			
NAT09/009	M.Interior	40	565	27	20			
NAT05/019	M.Interior	20	946	9	45	0,01325	0,03222	0,03527
NAT05/020	M.Interior	40	345	9	45			
NAT05/047	M.Interior	80	936,5	18	30	0,04046	0,07499	0,08540
NAT05/026	M.Interior	200	936,5	10	5	0,00937	0,03826	0,06597
NAT05/027	M.Interior	200	71	10	5	0,00071	0,00364	0,00364
NAT05/015	Carvalho	10	2104	72	22	0,04655	0,06644	0,14850
NAT05/017	Carvalho	10	462	72	22			
NAT05/016	Carvalho	10	395	68	22			
NAT05/024	M.Interior	100	918,5	55	10	0,05052	0,09150	0,20036
NAT08/023	Carvalho	6	350	145	24	0,00731	0,00998	0,00731
NAT08/019	Carvalho	6	350	120	23	0,00580	0,00808	0,00580
NAT05/023	M.Interior	200	360	71	14	0,07157	0,11696	0,12108
NAT08/020	Carvalho	6	348	70	24	0,00351	0,00512	0,00351
NAT08/017	Carvalho	6	350	60	23	0,00440	0,00691	0,00440
NAT08/016	Carvalho	6	348	30	24			
NAT08/021	Carvalho	6	350	100	22	0,00924	0,01319	0,00924
NAT08/015	Carvalho	6	350	100	22			
NAT08/014	Carvalho	6	345	60	20	0,00248	0,00383	0,00383
NAT08/022	Carvalho	6	345	40	20	0,00166	0,00274	0,00274
NAT08/018	Carvalho	6	345	25	20	0,00104	0,00192	0,00192
NAT05/022	M.Interior	100	936,5	71	22	0,14628	0,20919	0,32927
NAT10/021	Carvalho	10	350	100	22	0,02128	0,03612	0,02128
NAT10/015	Carvalho	10	350	100	22			
NAT10/014	Carvalho	10	345	60	20			
NAT10/022	Carvalho	10	345	40	20			
NAT10/018	Carvalho	10	345	25	20			
NAT10/006	M.Interior	5	798	158	18	0,01135	0,01580	0,02835
NAT10/009	M.Interior	5	780	142	14	0,00775	0,01155	0,00775
NAT10/023	Carvalho	10	350	145	24	0,01218	0,01663	0,04060
NAT10/019	Carvalho	10	350	120	23	0,00966	0,01347	0,04620
NAT10/013	Carvalho	10	350	100	24	0,00840	0,01180	0,01221
NAT10/020	Carvalho	10	348	70	24	0,00585	0,00854	0,00888
NAT10/017	Carvalho	10	350	60	23	0,00483	0,00725	0,00777
NAT10/016	Carvalho	10	348	30	24	0,00251	0,00427	0,00444
NAT01/026	Carvalho	5	1754	119,5	27	0,02830	0,03676	0,10818
NAT01/027	Carvalho	10	473	119,5	27	0,01526	0,02043	0,02721
NAT01/025	Carvalho	5	358,5	105	27	0,00508	0,00696	0,01596
NAT01/028	Carvalho	10	705	45	15	0,00476	0,00798	0,00798
NAT01/005	M.Interior	5	280	82,2	50	0,00575	0,00761	0,01436
NAT01/006	M.Interior	5	120	84	20	0,00176	0,00294	0,00294
NAT01/007	M.Interior	5	90	84	20			
NAT01/004	M.Interior	10	598,5	102	40	0,02442	0,03117	0,04604

Anexo D

Fichas de Tempos de Produção

Tabela D.1: Ficha de Tempos de Produção - Operador 1

Data: 30-11-2010
Hora Inicio: 09:15
Hora Fim: 12:30
Operário: 1

Hora	Tempo	Razão	Operação	Deslocação	Preparação	Movimentação	Setup
09:15	2	Operação	2	0	0	0	0
09:17	5	Deslocação	0	5	0	0	0
09:22	1	Preparação	0	0	1	0	0
09:23	10	Operação	10	0	0	0	0
09:33	1	Movimentação	0	0	0	1	0
09:34	2	Movimentação	0	0	0	2	0
09:36	2	Preparação	0	0	2	0	0
09:38	2	Setup	0	0	0	0	2
09:40	3	Operação	3	0	0	0	0
09:43	1	Preparação	0	0	1	0	0
09:44	2	Operação	2	0	0	0	0
09:46	3	Movimentação	0	0	0	3	0
09:49	5	Deslocação	0	5	0	0	0
09:54	2	Setup	0	0	0	0	2
09:56	3	Setup	0	0	0	0	3
09:59	1	Movimentação	0	0	0	1	0
10:00	10	Paragem	0	0	0	0	0
10:10	10	Operação	10	0	0	0	0
10:20	4	Movimentação	0	0	0	4	0
10:24	4	Preparação	0	0	4	0	0
10:28	3	Setup	0	0	0	0	3
10:31	8	Operação	8	0	0	0	0
10:39	1	Preparação	0	0	1	0	0
10:40	5	Setup	0	0	0	0	5
10:45	2	Setup	0	0	0	0	2
10:47	8	Operação	8	0	0	0	0
10:55	3	Setup	0	0	0	0	3
10:58	3	Operação	3	0	0	0	0
11:01	6	Movimentação	0	0	0	6	0
11:07	3	Preparação	0	0	3	0	0
11:10	1	Operação	1	0	0	0	0
11:11	3	Movimentação	0	0	0	3	0
11:14	5	Setup	0	0	0	0	5
11:19	8	Setup	0	0	0	0	8
11:27	20	Operação	20	0	0	0	0
11:47	7	Deslocação	0	7	0	0	0
11:54	36	Operação	36	0	0	0	0
12:30	Fim	**Totais**	103	17	12	20	33

Tabela D.2: Ficha de Tempos de Produção - Operador 2

Data: 30-11-2010
Hora Inicio: 09:15
Hora Fim: 12:30
Operário: 2

Inicio	Tempo	Razão	Operação	Deslocação	Preparação	Movimentação	Setup
09:15	4	Operação	4	0	0	0	0
09:19	5	Preparação	0	0	5	0	0
09:24	4	Movimentação	0	0	0	4	0
09:28	63	Operação	63	0	0	0	0
10:31	17	Setup	0	0	0	0	17
10:48	7	Preparação	0	0	7	0	0
10:55	6	Operação	6	0	0	0	0
11:01	1	Deslocação	0	1	0	0	0
11:02	2	Operação	2	0	0	0	0
11:04	1	Preparação	0	0	1	0	0
11:05	14	Operação	14	0	0	0	0
11:19	2	Movimentação	0	0	0	2	0
11:21	10	Setup	0	0	0	0	10
11:31	20	Operação	20	0	0	0	0
11:51	2	Deslocação	0	2	0	0	0
11:53	9	Operação	9	0	0	0	0
12:02	5	Setup	0	0	0	0	5
12:07	8	Preparação	0	0	8	0	0
12:15	15	Operação	15	0	0	0	0
12:30	Fim	**Totais**	133	3	21	6	32

Tabela D.3: Ficha de Tempos de Produção - Operador 3

Data: 01-12-2010
Hora Inicio: 09:16
Hora Fim: 12:30
Operário: 3

Inicio	Tempo	Razão	Operação	Deslocação	Preparação	Movimentação	Setup
09:16	11	Operação	11	0	0	0	0
09:27	1	Preparação	0	0	1	0	0
09:28	3	Setup	0	0	0	0	3
09:31	6	Preparação	0	0	6	0	0
09:37	13	Operação	13	0	0	0	0
09:50	4	Movimentação	0	0	0	4	0
09:54	1	Deslocação	0	1	0	0	0
09:55	1	Preparação	0	0	1	0	0
09:56	4	Deslocação	0	4	0	0	0
10:00	10	Intervalo	0	0	0	0	0
10:10	12	Operação	12	0	0	0	0
10:22	1	Deslocação	0	1	0	0	0
10:23	2	Setup	0	0	0	0	2
10:25	2	Preparação	0	0	2	0	0
10:27	4	Setup	0	0	0	0	4
10:31	7	Operação	7	0	0	0	0
10:38	2	Setup	0	0	0	0	2
10:40	2	Operação	2	0	0	0	0
10:42	1	Movimentação	0	0	0	1	0
10:43	8	Operação	8	0	0	0	0
10:51	1	Movimentação	0	0	0	1	0
10:52	3	Setup	0	0	0	0	3
10:55	6	Operação	6	0	0	0	0
11:01	2	Setup	0	0	0	0	2
11:03	4	Operação	4	0	0	0	0
11:07	3	Movimentação	0	0	0	3	0
11:10	10	Operação	10	0	0	0	0
11:20	2	Movimentação	0	0	0	2	0
11:22	4	Preparação	0	0	4	0	0
11:26	7	Operação	7	0	0	0	0
11:33	3	Preparação	0	0	3	0	0
11:36	5	Movimentação	0	0	0	5	0
11:41	19	Setup	0	0	0	0	19
12:00	30	Operação	30	0	0	0	0
12:30	Fim	**Totais**	110	6	17	16	35

Tabela D.4: Ficha de Tempos de Produção - Operador 4

Data: 01-12-2010
Hora Inicio: 09:16
Hora Fim: 12:30
Operário: 4

Inicio	Tempo	Razão	Operação	Deslocação	Preparação	Movimentação	Setup
09:16	15	Setup	0	0	0	0	15
09:31	3	Deslocação	0	3	0	0	0
09:34	2	Preparação	0	0	2	0	0
09:36	6	Deslocação	0	6	0	0	0
09:42	18	Operação	18	0	0	0	0
10:00	10	Intervalo	0	0	0	0	0
10:10	6	Operação	6	0	0	0	0
10:16	9	Deslocação	0	9	0	0	0
10:25	2	Preparação	0	0	2	0	0
10:27	3	Operação	3	0	0	0	0
10:30	1	Movimentação	0	0	0	1	0
10:31	7	Preparação	0	0	7	0	0
10:38	2	Deslocação	0	2	0	0	0
10:40	4	Preparação	0	0	4	0	0
10:44	36	Setup	0	0	0	0	36
11:20	10	Deslocação	0	10	0	0	0
11:30	10	Setup	0	0	0	0	10
11:40	2	Deslocação	0	2	0	0	0
11:42	8	Setup	0	0	0	0	8
11:50	6	Deslocação	0	6	0	0	0
11:56	2	Preparação	0	0	2	0	0
11:58	2	Operação	2	0	0	0	0
12:00	4	Setup	0	0	0	0	4
12:04	26	Operação	26	0	0	0	0
12:30	Fim	**Totais**	55	38	17	1	73

Tabela D.5: Ficha de Tempos de Produção - Operador 5

Data: 01-12-2010
Hora Inicio: 09:22
Hora Fim: 12:30
Operário: 5

Inicio	Tempo	Razão	Operação	Deslocação	Preparação	Movimentação	Setup
09:22	1	Operação	1	0	0	0	0
09:23	4	Preparação	0	0	4	0	0
09:27	3	Deslocação	0	3	0	0	0
09:30	2	Preparação	0	0	2	0	0
09:32	11	Operação	11	0	0	0	0
09:43	2	Preparação	0	0	2	0	0
09:45	2	Deslocação	0	2	0	0	0
09:47	1	Preparação	0	0	1	0	0
09:48	12	Operação	12	0	0	0	0
10:00	10	Intervalo	0	0	0	0	0
10:10	9	Operação	9	0	0	0	0
10:19	2	Deslocação	0	2	0	0	0
10:21	17	Operação	17	0	0	0	0
10:38	3	Preparação	0	0	3	0	0
10:41	20	Operação	20	0	0	0	0
11:01	3	Preparação	0	0	3	0	0
11:04	1	Deslocação	0	1	0	0	0
11:05	3	Preparação	0	0	3	0	0
11:08	12	Operação	12	0	0	0	0
11:20	5	Preparação	0	0	5	0	0
11:25	4	Operação	4	0	0	0	0
11:29	1	Deslocação	0	1	0	0	0
11:30	10	Operação	10	0	0	0	0
11:40	2	Preparação	0	0	2	0	0
11:42	4	Movimentação	0	0	0	4	0
11:46	3	Preparação	0	0	3	0	0
11:49	14	Operação	14	0	0	0	0
12:03	2	Deslocação	0	2	0	0	0
12:05	11	Preparação	0	0	11	0	0
12:16	14	Operação	14	0	0	0	0
12:30	Fim	Totais	124	11	39	4	0

Tabela D.6: Ficha de Tempos de Produção - Operador 6

Data: 01-12-2010
Hora Inicio: 14:46
Hora Fim: 15:35
Operário: 6

Inicio	Tempo	Razão	Operação	Deslocação	Preparação	Movimentação	Setup
14:46	13	Operação	13	0	0	0	0
14:59	1	Preparação	0	0	1	0	0
15:00	4	Operação	4	0	0	0	0
15:04	2	Preparação	0	0	2	0	0
15:06	3	Operação	3	0	0	0	0
15:09	1	Preparação	0	0	1	0	0
15:10	4	Operação	4	0	0	0	0
15:14	2	Preparação	0	0	2	0	0
15:16	3	Operação	3	0	0	0	0
15:19	2	Preparação	0	0	2	0	0
15:21	4	Operação	4	0	0	0	0
15:25	1	Preparação	0	0	1	0	0
15:26	3	Operação	3	0	0	0	0
15:29	1	Preparação	0	0	1	0	0
15:30	3	Operação	3	0	0	0	0
15:33	1	Preparação	0	0	1	0	0
15:34	3	Operação	3	0	0	0	0
15:37	2	Preparação	0	0	2	0	0
15:39	3	Operação	3	0	0	0	0
15:42	1	Preparação	0	0	1	0	0
15:43	3	Operação	3	0	0	0	0
15:46	2	Preparação	0	0	2	0	0
15:48	3	Operação	3	0	0	0	0
15:51	1	Preparação	0	0	1	0	0
15:52	3	Operação	3	0	0	0	0
15:55	5	Preparação	0	0	5	0	0
16:00	10	Intervalo	0	0	0	0	0
16:10	2	Preparação	0	0	2	0	0
16:12	5	Movimentação	0	0	0	5	0
16:17	8	Preparação	0	0	8	0	0
16:25	2	Deslocação	0	2	0	0	0
16:27	4	Setup	0	0	0	0	4
16:31	6	Preparação	0	0	6	0	0
16:37	58	Operação	58	0	0	0	0
17:35	Fim	**Totais**	110	2	38	5	4

Tabela D.7: Ficha de Tempos de Produção - Operador 7

Data: 01-12-2010
Hora Inicio: 14:46
Hora Fim: 15:35
Operário: 7

Inicio	Tempo	Razão	Operação	Deslocação	Preparação	Movimentação	Setup
14:46	8	Operação	8	0	0	0	0
14:54	4	Movimentação	0	0	0	4	0
14:58	11	Operação	11	0	0	0	0
15:09	2	Deslocação	0	2	0	0	0
15:11	4	Preparação	0	0	4	0	0
15:15	39	Operação	39	0	0	0	0
15:54	4	Movimentação	0	0	0	4	0
15:58	1	Preparação	0	0	1	0	0
15:59	1	Operação	1	0	0	0	0
16:00	10	Intervalo	0	0	0	0	0
16:10	60	Operação	60	0	0	0	0
17:10	10	Movimentação	0	0	0	10	0
17:20	8	Preparação	0	0	8	0	0
17:28	7	Movimentação	0	0	0	7	0
17:35	Fim	**Totais**	119	2	13	25	0

Tabela D.8: Ficha de Tempos de Produção - Operador 8

Data: 06-12-2010
Hora Inicio: 09:22
Hora Fim: 12:30
Operário: 8

Inicio	Tempo	Razão	Operação	Deslocação	Preparação	Movimentação	Setup
09:22	9	Preparação	0	0	9	0	0
09:31	1	Operação	1	0	0	0	0
09:32	10	Preparação	0	0	10	0	0
09:42	12	Operação	12	0	0	0	0
09:54	1	Movimentação	0	0	0	1	0
09:55	2	Operação	2	0	0	0	0
09:57	1	Movimentação	0	0	0	1	0
09:58	2	Preparação	0	0	2	0	0
10:00	10	Intervalo	0	0	0	0	0
10:10	6	Operação	6	0	0	0	0
10:16	1	Movimentação	0	0	0	1	0
10:17	3	Preparação	0	0	3	0	0
10:20	3	Movimentação	0	0	0	3	0
10:23	2	Setup	0	0	0	0	2
10:25	6	Operação	6	0	0	0	0
10:31	5	Deslocação	0	5	0	0	0
10:36	2	Setup	0	0	0	0	2
10:38	5	Preparação	0	0	5	0	0
10:43	5	Operação	5	0	0	0	0
10:48	2	Setup	0	0	0	0	2
10:50	51	Operação	51	0	0	0	0
11:41	2	Preparação	0	0	2	0	0
11:43	2	Operação	2	0	0	0	0
11:45	5	Setup	0	0	0	0	5
11:50	29	Operação	29	0	0	0	0
12:19	11	Movimentação	0	0	0	11	0
12:30	Fim	**Totais**	114	5	31	17	11

Tabela D.9: Ficha de Tempos de Produção - Operador 9

Data: 06-12-2010
Hora Inicio: 09:22
Hora Fim: 12:30
Operário: 9

Inicio	Tempo	Razão	Operação	Deslocação	Preparação	Movimentação	Setup
09:22	9	Operação	9	0	0	0	0
09:31	2	Deslocação	0	2	0	0	0
09:33	1	Operação	1	0	0	0	0
09:34	1	Deslocação	0	1	0	0	0
09:35	3	Operação	3	0	0	0	0
09:38	2	Deslocação	0	2	0	0	0
09:40	10	Operação	10	0	0	0	0
09:50	2	Deslocação	0	2	0	0	0
09:52	5	Operação	5	0	0	0	0
09:57	3	Deslocação	0	3	0	0	0
10:00	10	Intervalo	0	0	0	0	0
10:10	3	Movimentação	0	0	0	3	0
10:13	3	Operação	3	0	0	0	0
10:16	1	Movimentação	0	0	0	1	0
10:17	3	Preparação	0	0	3	0	0
10:20	3	Movimentação	0	0	0	3	0
10:23	3	Deslocação	0	3	0	0	0
10:26	5	Operação	5	0	0	0	0
10:31	5	Deslocação	0	5	0	0	0
10:36	2	Setup	0	0	0	0	2
10:38	5	Preparação	0	0	5	0	0
10:43	5	Operação	5	0	0	0	0
10:48	2	Setup	0	0	0	0	2
10:50	51	Operação	51	0	0	0	0
11:41	2	Preparação	0	0	2	0	0
11:43	2	Operação	2	0	0	0	0
11:45	2	Setup	0	0	0	0	2
11:47	27	Operação	27	0	0	0	0
12:14	5	Deslocação	0	5	0	0	0
12:19	11	Movimentação	0	0	0	11	0
12:30	Fim	**Totais**	121	23	10	18	6

Tabela D.10: Ficha de Tempos de Produção - Operador 10

Data: 06-12-2010
Hora Inicio: 13:45
Hora Fim: 17:02
Operário: 10

Inicio	Tempo	Razão	Operação	Deslocação	Preparação	Movimentação	Setup
13:45	2	Preparação	0	0	2	0	0
13:47	2	Operação	2	0	0	0	0
13:49	5	Preparação	0	0	5	0	0
13:54	1	Operação	1	0	0	0	0
13:55	9	Preparação	0	0	9	0	0
14:04	2	Movimentação	0	0	0	2	0
14:06	8	Operação	8	0	0	0	0
14:14	3	Movimentação	0	0	0	3	0
14:17	1	Preparação	0	0	1	0	0
14:18	5	Operação	5	0	0	0	0
14:23	1	Preparação	0	0	1	0	0
14:24	4	Operação	4	0	0	0	0
14:28	21	Preparação	0	0	21	0	0
14:49	11	Operação	11	0	0	0	0
15:00	2	Preparação	0	0	2	0	0
15:02	17	Operação	17	0	0	0	0
15:19	1	Preparação	0	0	1	0	0
15:20	5	Operação	5	0	0	0	0
15:25	2	Preparação	0	0	2	0	0
15:27	4	Operação	4	0	0	0	0
15:31	2	Preparação	0	0	2	0	0
15:33	4	Operação	4	0	0	0	0
15:37	4	Deslocação	0	4	0	0	0
15:41	19	Operação	19	0	0	0	0
16:00	10	Intervalo	0	0	0	0	0
16:10	13	Operação	13	0	0	0	0
16:23	18	Movimentação	0	0	0	18	0
16:41	10	Deslocação	0	10	0	0	0
16:51	10	Operação	10	0	0	0	0
17:01	1	Movimentação	0	0	0	1	0
17:02	Fim	**Totais**	103	14	46	24	0

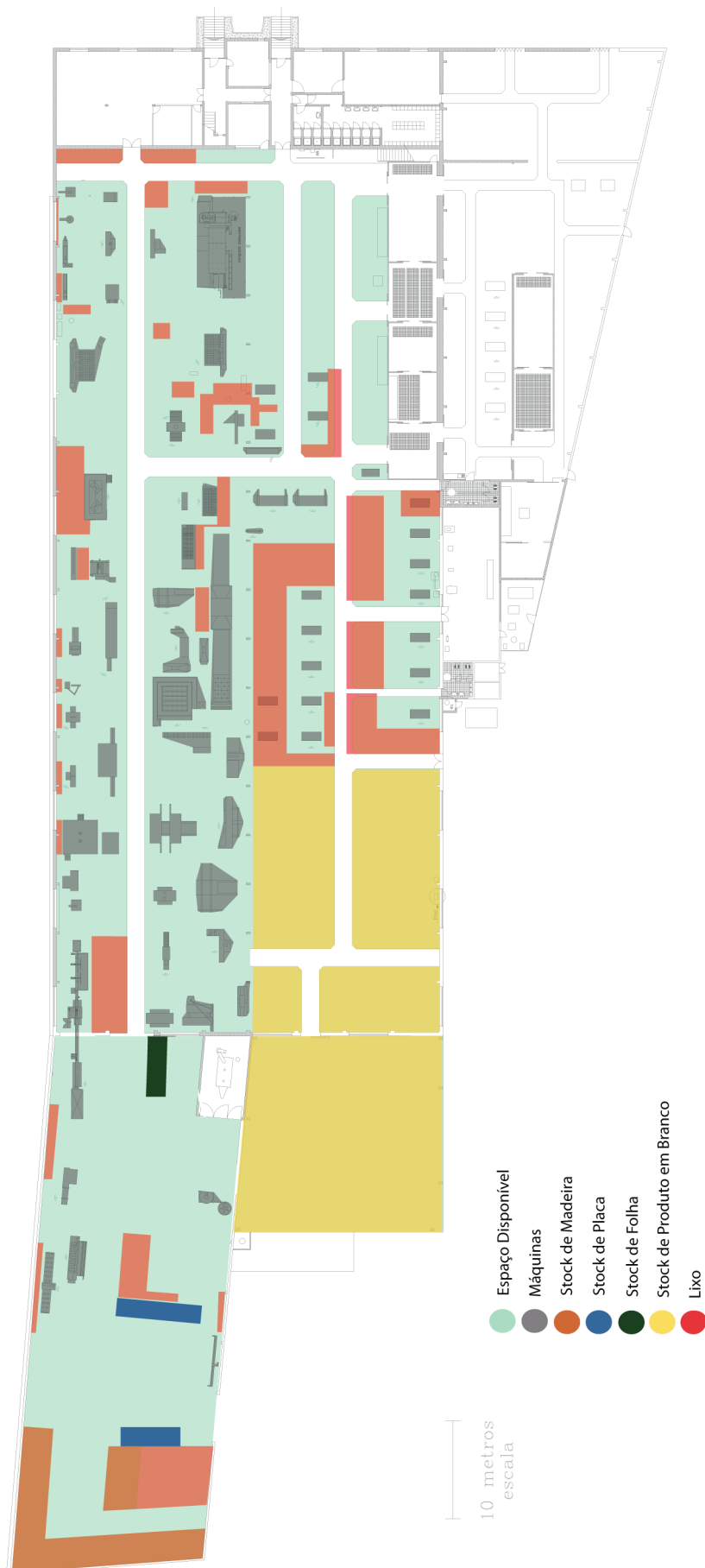
Tabela D.11: Ficha de Tempos de Produção - Operador 11

Data: 06-12-2010
Hora Inicio: 13:45
Hora Fim: 17:02
Operário: 11

Inicio	Tempo	Razão	Operação	Deslocação	Preparação	Movimentação	Setup
13:45	16	Operação	16	0	0	0	0
14:01	1	Preparação	0	0	1	0	0
14:02	1	Operação	1	0	0	0	0
14:03	1	Preparação	0	0	1	0	0
14:04	6	Operação	6	0	0	0	0
14:10	1	Movimentação	0	0	0	1	0
14:11	3	Operação	3	0	0	0	0
14:14	3	Preparação	0	0	3	0	0
14:17	3	Operação	3	0	0	0	0
14:20	1	Preparação	0	0	1	0	0
14:21	2	Operação	2	0	0	0	0
14:23	1	Preparação	0	0	1	0	0
14:24	4	Operação	4	0	0	0	0
14:28	21	Preparação	0	0	21	0	0
14:49	11	Operação	11	0	0	0	0
15:00	2	Preparação	0	0	2	0	0
15:02	17	Operação	17	0	0	0	0
15:19	1	Preparação	0	0	1	0	0
15:20	5	Operação	5	0	0	0	0
15:25	2	Preparação	0	0	2	0	0
15:27	8	Operação	8	0	0	0	0
15:35	2	Preparação	0	0	2	0	0
15:37	12	Operação	12	0	0	0	0
15:49	5	Deslocação	0	5	0	0	0
15:54	2	Preparação	0	0	2	0	0
15:56	4	Deslocação	0	4	0	0	0
16:00	10	Intervalo	0	0	0	0	0
16:10	13	Operação	13	0	0	0	0
16:23	18	Movimentação	0	0	0	18	0
16:41	6	Operação	6	0	0	0	0
16:47	2	Movimentação	0	0	0	2	0
16:49	6	Operação	6	0	0	0	0
16:55	1	Movimentação	0	0	0	1	0
16:56	3	Preparação	0	0	3	0	0
16:59	3	Operação	3	0	0	0	0
17:02	Fim	**Totais**	116	9	40	22	0

Anexo E

Análise de Espaço - Layout

Figura E.1: Layout da Fábrica - Análise de Espaço

Anexo F

Novo *Layout* da Fábrica

Figura F.1: Novo Layout da Fábrica

Anexo G

Análise Novo Layout - Diagramas Spaguetti

Figura G.1: Diagrama Spaguetti - Circuito de Serragem de Madeira

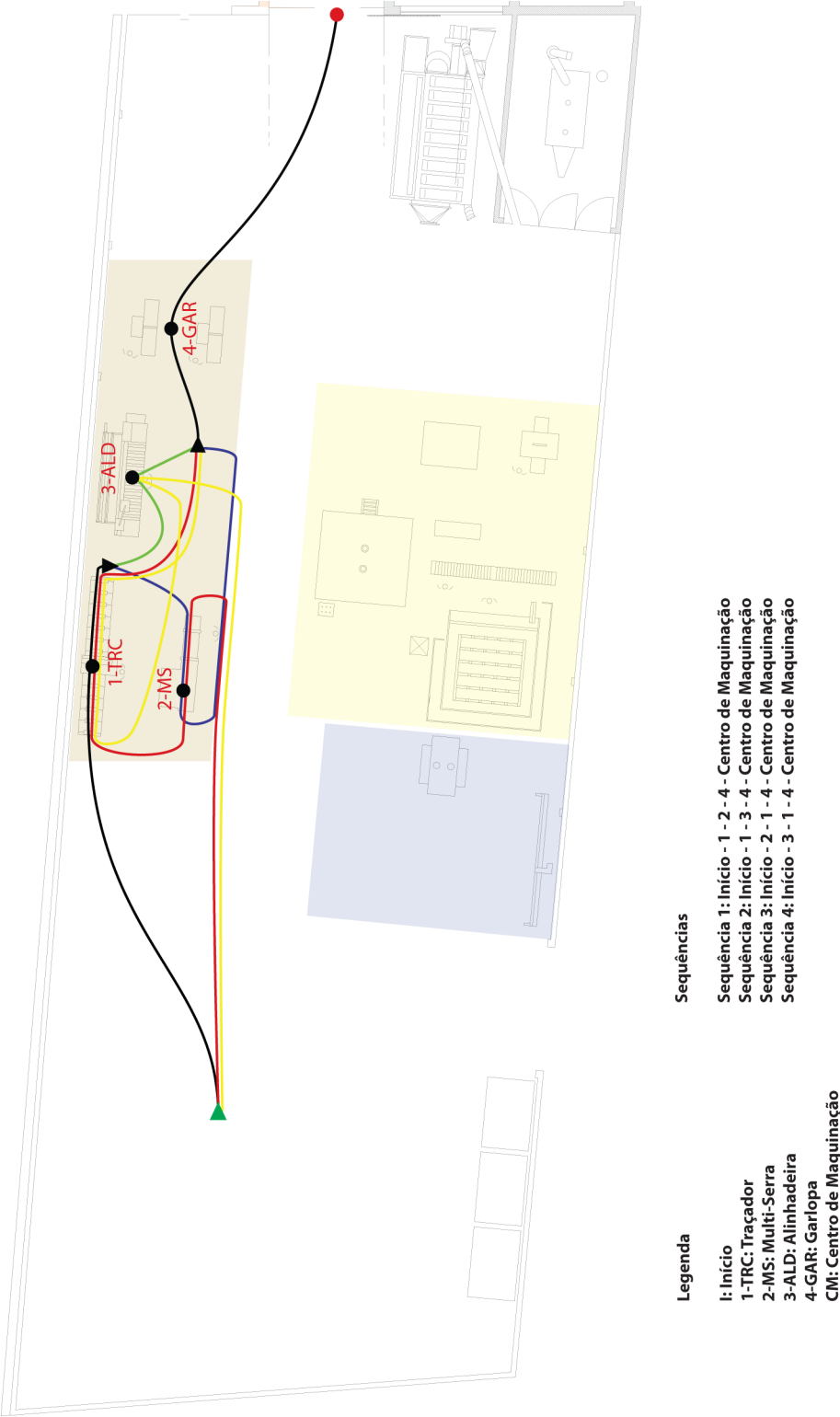



Figura G.2: Diagrama Spaguetti - Circuito de Serragem de Placa

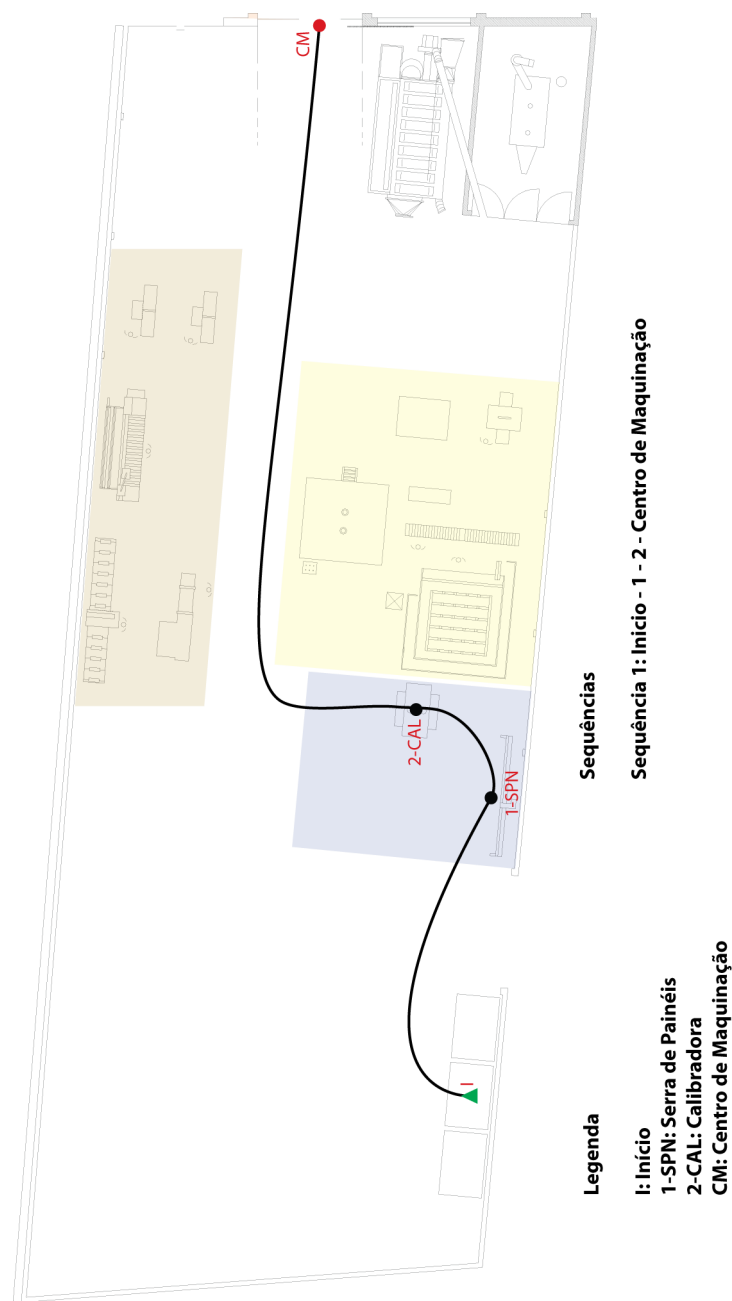



Figura G.3: Diagrama Spaguetti - Circuito de Painel

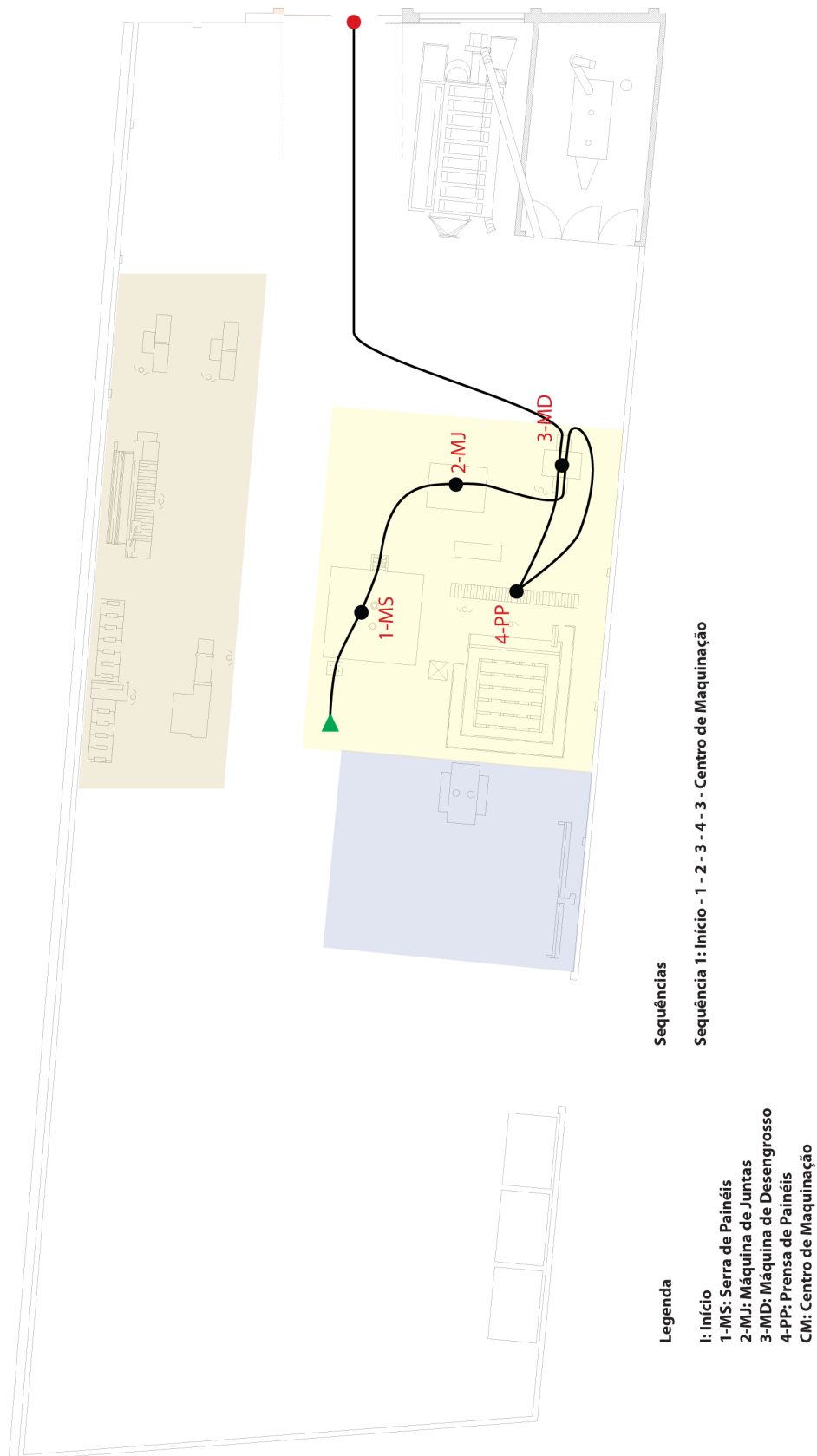



Figura G.4: Diagrama Spaguetti - Circuito de Componentes de Madeira

4-CNC
9-PRM
5-RPG
6-SC
7-ESQ
3-TU
8-MF
2-MDR
1-MD

Legenda

I: Início
1-MD: Traçador
2-MDR: Multi-Serra
3-TU: Alinhadeira
4-CNC: Centro de CNC
5-RPG: Respigadora
6-SC: Serra Circular
7-ESQ: Esquadrejadeira
8-MF: Multi-Furador
9-PRM: Centro de Pré-Montagem

Sequências

Sequência 1: Início - 1 - 4 - 9
Sequência 2: Início - 1 - 3 - 5 - 9
Sequência 3: Início - 1 - 3 - 6 - 8 - 9
Sequência 4: Início - 1 - 3 - 7 - 8 - 9
Sequência 5: Início - 2 - 4 - 9
Sequência 6: Início - 2 - 3 - 5 - 9
Sequência 7: Início - 2 - 3 - 6 - 8 - 9
Sequência 8: Início - 2 - 3 - 7 - 8 - 9

Figura G.5: Diagrama Spaguetti - Circuito de Placa não Folheada

Legenda

I: Início
1-GAL: Galgadeira
2-SC: Serra Circular
3-ESQ: Esquadrejadeira
4-TU: Tupia
5-CNC: Centro de CNC
6-MF: Multi-Furador
7-PRM: Centro de Pré-Montagem

Sequências

Sequência 1: Inicio - 1 - 5 - 7
Sequência 2: Inicio - 1 - 4 - 6 - 7
Sequência 3: Inicio - 2 - 5 - 7
Sequência 4: Inicio - 2 - 4 - 6 - 7
Sequência 5: Inicio - 3 - 5 - 7
Sequência 6: Inicio - 3 - 4 - 6 - 7

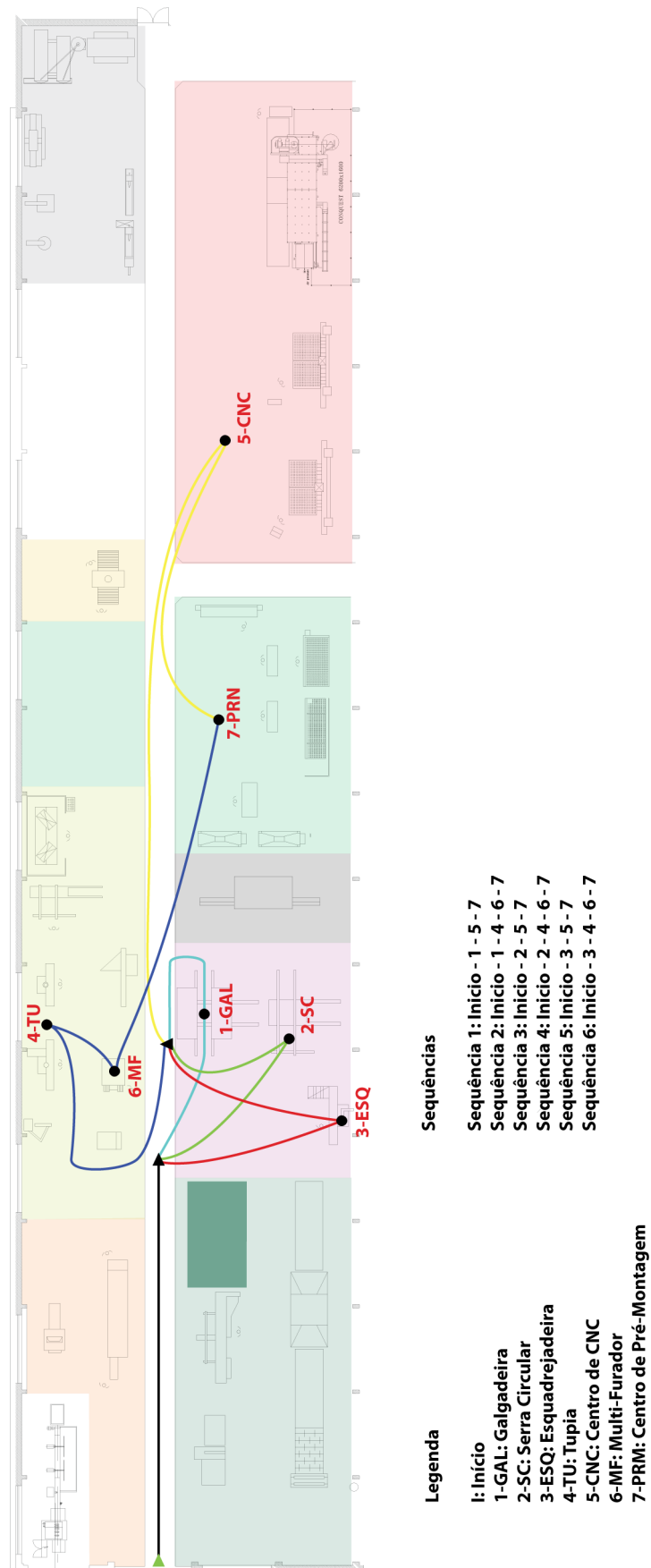



Figura G.6: Diagrama Spaguetti - Circuito de Placa Folheada

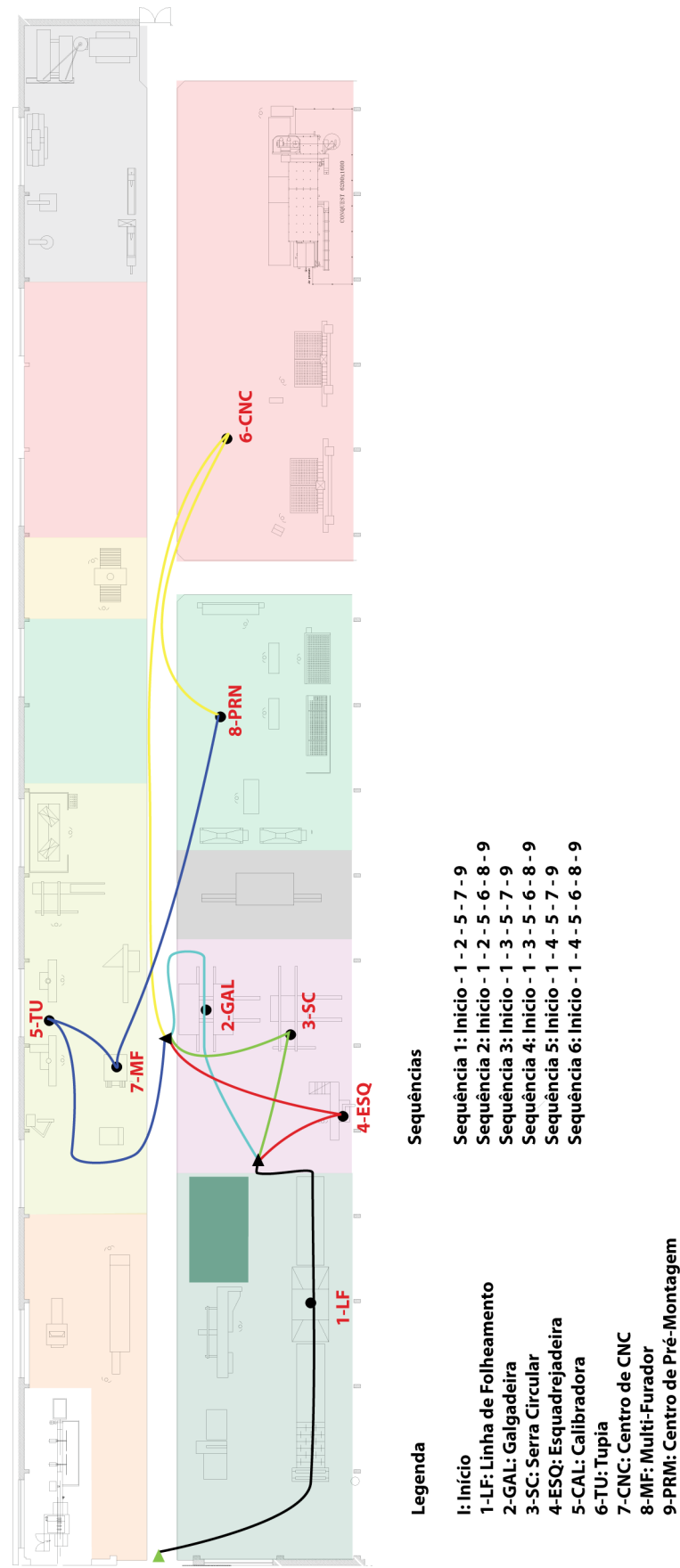



Figura G.7: Diagrama Spaguetti - Circuito de Placa Folheada com Orla de Rolo

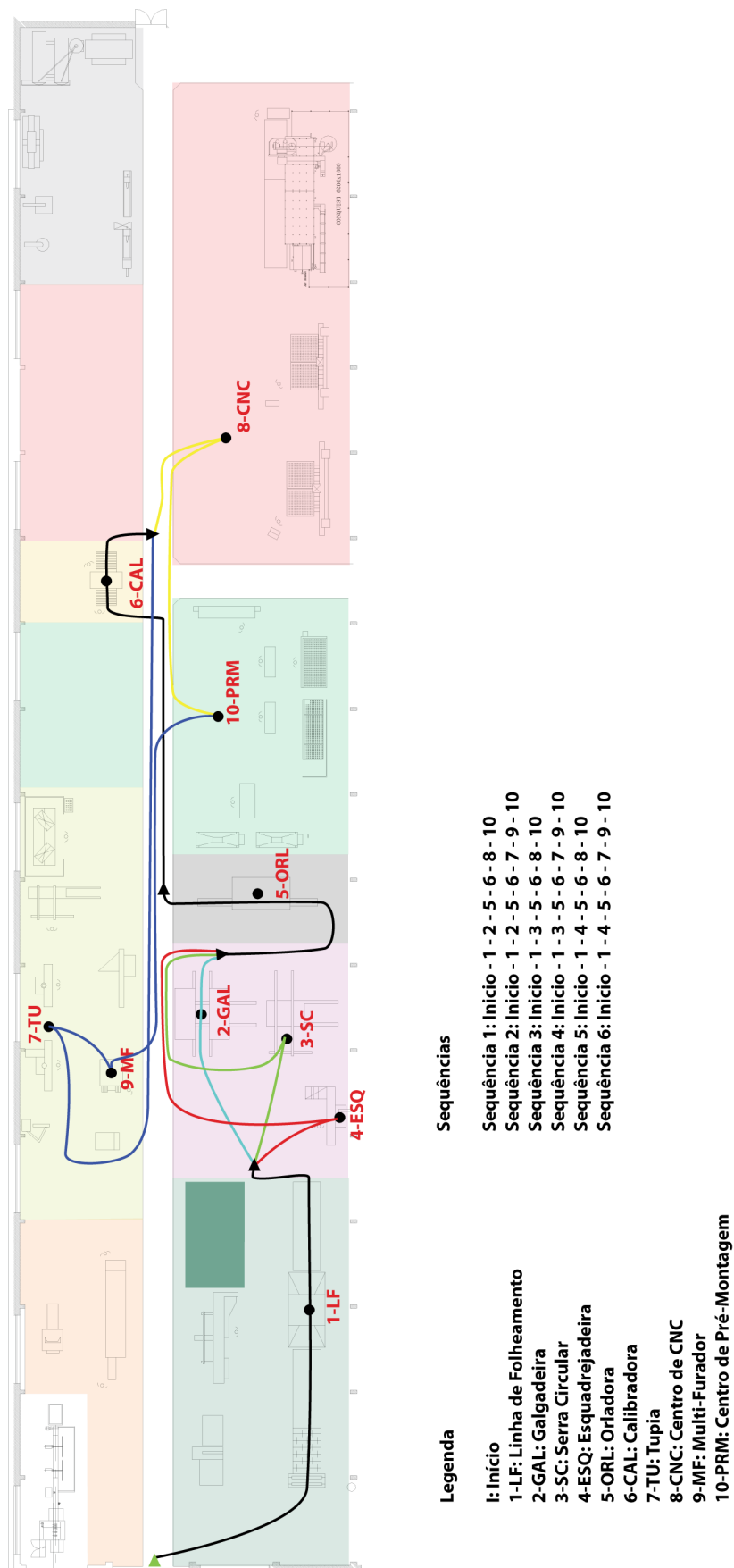
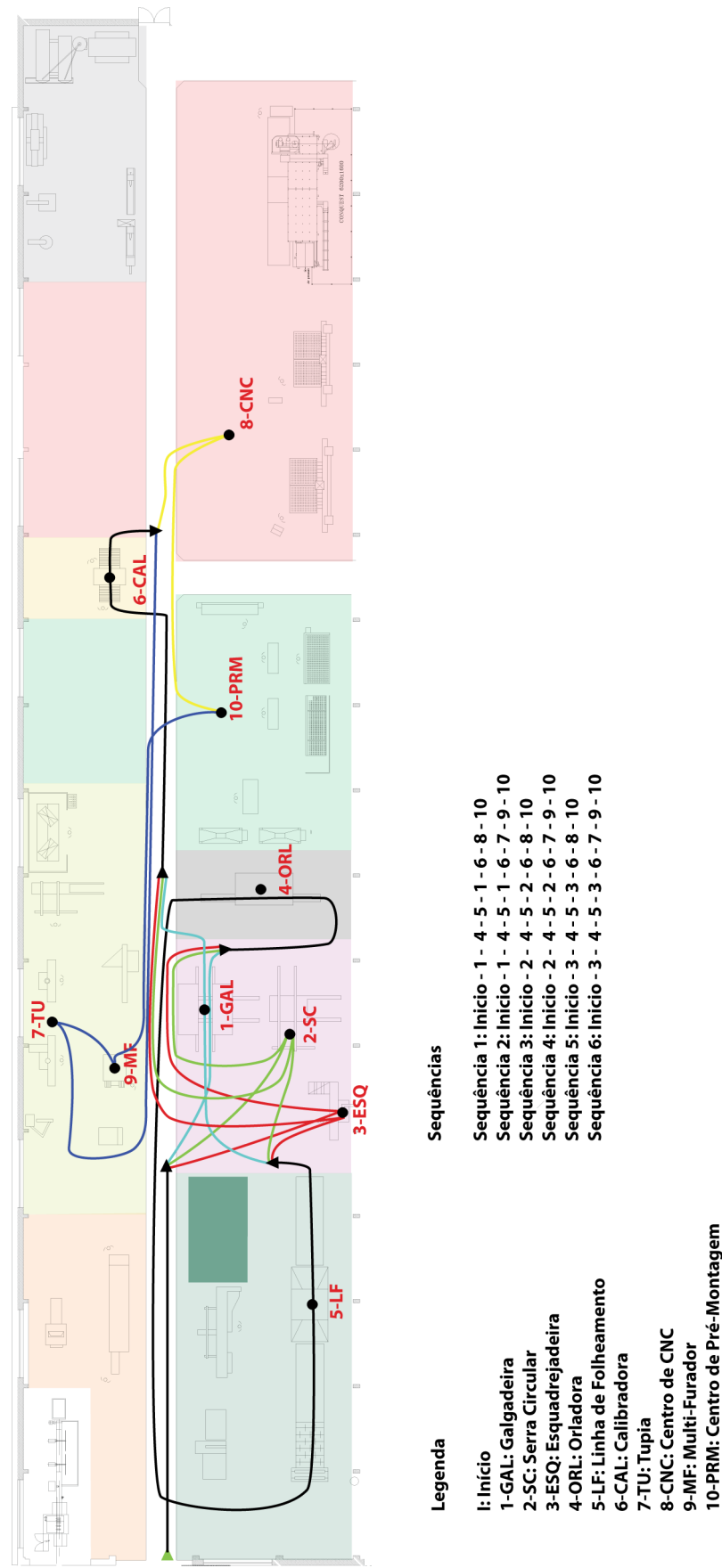



Figura G.8: Diagrama Spaguetti - Circuito de Placa Folheada com Orla de Madeira

Legenda

I: Início
1-GAL: Galgadeira
2-SC: Serra Circular
3-ESQ: Esquadrejadeira
4-ORL: Orladora
5-LF: Linha de Folheamento
6-CAL: Calibradora
7-TU: Tupia
8-CNC: Centro de CNC
9-MF: Multi-Furador
10-PRM: Centro de Pré-Montagem

Sequências

Sequência 1: Inicio - 1 - 4 - 5 - 1 - 6 - 8 - 10
Sequência 2: Inicio - 1 - 4 - 5 - 1 - 6 - 7 - 9 - 10
Sequência 3: Inicio - 2 - 4 - 5 - 2 - 6 - 8 - 10
Sequência 4: Inicio - 2 - 4 - 5 - 2 - 6 - 7 - 9 - 10
Sequência 5: Inicio - 3 - 4 - 5 - 3 - 6 - 8 - 10
Sequência 6: Inicio - 3 - 4 - 5 - 3 - 6 - 7 - 9 - 10

Referências

[1] Escola de Gestão do Porto. Estudo estratégico das indústrias da madeira e mobiliário. Relatório té, Associação das Indústrias de Madeira e Mobiliário de Portugal, Maio 2007.

[2] Ambitat Móveis Lda. Diagonóstico e plano estratégico. Relatório té, Associação Empresários de Portugal e Gestluz - Consultores de Gestão, 2000.

[3] Daniel T. Jones James P. Womack e Daniel Roos. *The Machine That Changed The World: The Story of Lean Production*. Free Press, Primeira edição, 1991.

[4] James P. Womack e Daniel T. Jones. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Free Press, Primeira edição, 2003.

[5] Jeffrey K. Liker. *O Modelo Toyota: 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo*. Bookman, Primeira edição, 2005.

[6] Taiichi Ohno. *O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala*. Bookman, Primeira edição, 1997.

[7] Sigfried Vasquez Dominguez. O valor percebido como elemento estratégico para obter a lealdade dos clientes. *Caderno de Pesquisas em Administração*, páginas 53–64, Dezembro 2000.

[8] Mazaki Imai. *Kaizen: The Key for Japans Competitive Sucess*. McGraw-Hill, Primeira edição, 1986.

[9] Nicholas J. Aquilano F. Robert Jacobs, Richard B. Chase. *Operations and Supply Management*. McGraw-Hill, Décima segunda edição, 2009.

[10] João Paulo Pinto. *Gestão de Operações: na Indústria e nos Serviços*. Lidel, Terceira edição, 2010.

[11] Shingeo Shingo. *O Sistema Toyota de Produção: Do Ponto de Vista da Engenharia da Produção*. Bookman, Segunda edição, 1996.

[12] Nikkan Kogyo Shimbun. *Visual Control Systems*. Productivity Press, Primeira edição, 1995.